FRED – Ferramenta para Relatórios de EcoDesign

Vítor Manuel Ferreira Alves Carvalho

Relatório do Projecto Final do MIEM

Orientadora na FEUP: Prof. Ana Rosanete Lourenço Reis

Co-Orientador no INEGI: Eng. João Paulo Pereira

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Julho de 2009

O futuro tem por missão ser perigoso… os principais avanços na civilização são processos que praticamente destroem as sociedades em que ocorrem.

Alfred North Whitehead – Adventures in Ideas

A voz do intelecto é doce, mas não se cala até ser escutada. E, por fim, após desaires intermináveis, ela atinge os seus objectivos. Este é um dos raros pontos sobre os quais é possível ser-se optimista relativamente ao futuro da humanidade.

Sigmund Freud – O Futuro de uma Ilusão

Aos meus pais Altina e Amândio e ao meu irmão Nuno por estarem ao meu lado desde sempre. Devo-lhes tudo o que sou enquanto pessoa, pelos bons valores que me souberam transmitir.

À minha esposa Ângela pelo seu amor incondicional e por ser um exemplo de dedicação e perseverança nas tarefas que há para cumprir.

Aos meus Amigos, que são o suporte da minha vida.

Aos bons Professores que tive nesta Faculdade.

Resumo

Os objectivos recentes da política ambiental da União Europeia são a preservação, protecção e melhoria da qualidade do ambiente, a protecção da saúde das pessoas e a utilização prudente e racional dos recursos naturais. É neste contexto que o EcoDesign se insere, entendendo-se por EcoDesign a melhoria do desempenho ambiental dos produtos considerando todo o seu ciclo-de-vida (produção, uso e fim-de-vida) e pela integração sistemática dos aspectos ambientais ainda numa fase inicial do *design* do produto.

Ao longo do presente trabalho, começa-se por definir e caracterizar o conceito de EcoDesign, analisando o actual "estado da arte". De seguida será focada a legislação que tem vindo a ser preparada, nomeadamente a Directiva dos produtos que consomem energia (*Energy-using Products* - EuP) 2005/32/CE que define os requisitos da sua concepção ecológica. O objectivo da Directiva EuP é transformar o desempenho ambiental numa prioridade durante a concepção e desenvolvimento destes produtos uma vez que 80% do comportamento ambiental é definido nesta fase.

No âmbito de um estudo preliminar que classificou os grupos de produtos-alvo da directiva, as máquinas-ferramenta foram consideradas prioritárias no cumprimento das medidas objecto da directiva. A quinadora é claramente classificada como um produto de uso intensivo, devido ao elevado consumo energético em serviço. Assim, é a fase de utilização que vai ter maior impacto no desempenho ambiental da máquina. Uma vez que se trata de um produto de dimensões e peso consideráveis, o consumo de materiais é também relevante no impacto ambiental assim como na fase do fim-de-vida. Nessa perspectiva, a abordagem de EcoDesign privilegiará aspectos como a optimização dos materiais usados, o desenvolvimento de sistemas energeticamente eficientes e a minimização dos impactos ambientais associados ao tratamento e destino final.

Neste trabalho irá analisar-se o caso concreto do impacto ambiental de uma quinadora ADIRA modelo QI-HD 11030, segundo duas metodologias: a da União Europeia, definida no EuP EcoReport e a proposta pelo Eco-indicator 99. Ambas as ferramentas traduzem as especificações do produto em indicadores de impacto ambiental.

Por fim, irá propor-se uma nova metodologia/ferramenta para ajudar os projectistas a fazerem EcoDesign denominada FRED – Ferramenta para Relatórios de EcoDesign. Trata-se de uma ferramenta *online* programada em PHP e assente numa base de dados MySQL. Com o auxílio do FRED é possível criar o modelo virtual de uma máquina, tão detalhado quanto necessário, introduzindo os dados relevantes referentes ao seu ciclo-de-vida e seguindo de perto a metodologia EuP EcoReport. Posteriormente, o FRED permite gerar dois tipos de relatórios Ecológicos: o equivalente ao EuP EcoReport e outro com a pontuação ecológica dada pelo método Eco-indicator 99, cada um deles incluindo uma análise de custos respeitante a materiais e processos.

O FRED prova ser uma ferramenta e repositório de informação fácil de manipular, acessível de qualquer lugar onde exista uma ligação à internet, apresentando resultados fiáveis. Permite colmatar algumas desvantagens associadas ao EuP EcoReport e Eco-indicator 99, nomeadamente no que diz respeito à transcrição das máquinas reais para o modelo virtual, tratamento individualizado de cada componente ao nível dos materiais, processos e custos de produção, interface amiga do utilizador e facilidade em criar várias alternativas construtivas para futura comparação. Pretende-se que os resultados conduzam a uma adopção, no decorrer do projecto, das melhores práticas referentes ao EcoDesign, à gestão do ciclo-de-vida do produto e à garantia da sustentabilidade ambiental da máquina a desenvolver.

Tratando-se ainda de um projecto embrionário, o FRED apresenta boas potencialidades de desenvolvimento.

Abstract

The recent objectives of European Union's environmental policy are preservation, protection and improvement of the environment, protection of human health and the prudent and rational use of natural resources. This is the aim of EcoDesign, where EcoDesign means improving the environmental performance of products throughout their life-cycle (production, use and end-of-life) and the systematic integration of environmental aspects on an initial phase of product design.

This work begins by defining and characterizing the concept of EcoDesign, analyzing the current "state of the art", followed by a focus on the legislation being prepared, including the Energy-using Products (EuP) Directive 2005/32/EC that lays down the requirements for EcoDesign of EuP. The objective of the EuP Directive is to make the environmental performance a priority during the design and development of these products, because 80% of the environmental performance is defined in this phase.

Under a preliminary study that rated the target product groups of the directive, the machine tools were a priority to the fulfillment of the Directive purposes. The bender machine tool is clearly classified as a product of intensive use due to high energy consumption in service. Thus, it’s the stage of use that will have greater impact on the environmental performance of the machine. Since this is a product of considerable size and weight, the consumption of materials and the end-of-life are also relevant. Accordingly, the approach to EcoDesign focuses issues such as optimization of used materials, the development of energy efficient systems and minimizing the environmental impacts associated with the treatment and final deposal.

This work will examine the case of the environmental impact of an ADIRA bender machine tool model QI HD-11030, according to two methods: the European Union, as defined in the EuP EcoReport and the EcoReport proposed by Eco-indicator 99. Both tools translate the product specifications in terms of environmental impact indicators.

Finally, a new methodology/tool called FRED (Tool for EcoDesign Reports) will be proposed to help designers in the task of doing EcoDesign. This is an online tool programmed in PHP, based on a MySQL database. With the help of FRED it’s possible to create a virtual model of a machine, as detailed as needed, entering relevant data about its life-cycle and following closely the EuP EcoReport methodology. Subsequently, FRED can generate two types of EcoDesign reports: a EuP EcoReport equivalent and other with the score given by Eco-indicator 99 methodology. Both of these reports include a cost analysis of materials and processes.

FRED proofs to be a repository for information, easy to handle, giving reliable results and being reached through any Internet connection. It addresses some disadvantages associated with EuP EcoReport and Eco-indicator 99, particularly with regard to the transcription of the real machine to the virtual model, individualized treatment of each component at the level of

materials, processes and production costs, and user-friendly interface that permits the creation of constructive alternatives for future comparison. It is intended that the results lead to an adoption of best EcoDesign practices in the course of the project, the management of the product's life-cycle and ensuring the environmental sustainability of the machine being developed.

For a project that is still giving its first steps, FRED has a considerable potential for improvement.

Agradecimentos

Este trabalho não teria sido possível sem a intervenção de várias pessoas.

Em primeiro lugar, um agradecimento profundo à minha Orientadora na FEUP, Prof. Ana Rosanete Reis e ao meu Co-Orientador no INEGI, Eng. João Paulo Pereira por me terem proporcionado um tema para este trabalho que resume, na sua essência, todo o meu percurso académico e profissional. Agradeço-lhes também todo o apoio prestado e a sua disponibilidade durante todo este tempo.

Desenvolver o FRED não foi tarefa fácil. Agradeço ao meu amigo Eng. Pedro Strecht do Centro de Informática da FEUP pela forma como se prontificou a esclarecer todas as dúvidas que fui tendo sobre PHP e MySQL.

Agradeço também à Eng. Mariana Azevedo do INEGI a partilha de toda a informação que conseguiu reunir sobre a quinadora da ADIRA ao nível dos materiais e processos empregues, bem como os cálculos iniciais do Eco-indicator 99.

Por último, uma palavra de agradecimento ao meu pai e à minha esposa por abraçarem a tarefa de fazer uma leitura isenta deste trabalho, apontando correcções.

Siglas Principais

ACV Avaliação do Ciclo-de-Vida

B2B Business to Business
Negócio para Negócio

CBEE Consumer-based Eco-Efficiency
Ecoeficiência baseada no consumidor

CSS Cascading Style Sheets
Cascata de Folhas de Estilo (Web)

CNC Controlo Numérico Computorizado

CPU Central Process Unit
Unidade de Processamento Central (Computador)

DfE Design-for-the-Environment
Design-para-o-Ambiente

DFEOL Design for End-of-Life
Design para o Fim-de-Vida

EEA Environmental Effect Analysis
Análise do Efeito sobre o Ambiente

EEE Electrical and Electronic Equipment
Equipamento Eléctrico e Electrónico

ELV End-of-Life Vehicles
Veículos em fim-de-vida

EMAS Environmental Management and Audit Scheme (ISO 14001)
Sistema de Gestão Ambiental e Auditoria

EMS Environmental Management System
Sistema de Gestão Ambiental

EuP Energy-using Products
Produtos que consomem Energia

GWP Global Warming Potential
Potencial de Aquecimento Global

HTML HyperText Markup Language
Linguagem de Marcas para HiperTexto

IPP Integrated Product Policy
Política Integrada de Produto

ISO International Organization for Standardization
Organização Internacional para Normalização

LCA Life Cycle Assessment
Avaliação do Ciclo-de-Vida

LIME Life Cycle Impact Assessment Method Based on Endpoint Modeling
Método de Avaliação do Impacto do Ciclo-de-Vida Baseado na Modelação do Ponto Final

MET Materiais, Energia e Toxicidade (matriz para avaliação do ciclo-de-vida)

MSDS Material Safety Data Sheets
Listas de Dados sobre a Segurança dos Materiais

OEMs Original Equipment Manufacturers
Fabricantes Originais de Equipamentos

PAH Polycyclic Aromatic Hidrocarbons
Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

PBEE Producer-based eco-efficiency
Ecoeficiência baseada no produtor

PHP Personal Home Page tools
Ferramentas para Páginas Pessoais (Web)

PIB Produto Interno Bruto

PMEs Pequenas e Médias Empresas

POP Persistent Organic Pollutants
Poluentes Orgânicos Persistentes

REEE Resíduos dos Equipamentos Eléctricos e Electrónicos

REPA Resource and Environmental Profile Analisys

RoHS Restrictions of the Use of Certain Hazardous Substances
Restrições na Utilização de Certas Substâncias Perigosas

SQL Structured Query Language
Linguagem de Questões Estruturadas (Base de Dados)

TPI Toxicity Potential Indicator
Indicador de Potencial de Toxicidade (software)

VOC Volatile Organic Compounds
Compostos Orgânicos Voláteis

WEEE Waste Electrical and Electronic Equipment
Directiva de Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos

W3C World Wide Web Consortium
Consórcio da World Wide Web

XHTML Extensible HyperText Markup Language
Linguagem Extensível de Marcas para HiperTexto (Web)

XML Extensible Markup Language
Linguagem Extensível de Marcas

Unidades Principais

€	Euro
g	Grama
g SO_2 eq.	Grama de Dióxido de Enxofre Equivalente
º	Grau (Ângulo)
ºC	Grau Célsius (Temperatura)
kg CO_2 eq.	Quilograma de CO_2 Equivalente
kN	Quilo Newton
kWh	Quilo Watt Hora
l	Litro
m^3	Metro Cúbico
mg	Miligrama
mg Hg/20 eq.	Um Vigésimo de Miligrama de Mercúrio Equivalente
mg Ni eq.	Miligrama de Níquel Equivalente
mg PO_4 eq.	Miligrama de Fosfato Equivalente
MJ	Mega Joule
mm	Milímetro
mPt	Miliponto (Eco-indicator 95 e 99)
ng i-T eq.	Nanograma de Concentração Total Equivalente de Tetraclorodibenzodioxina
Pt	Ponto (Eco-indicator 95 e 99)

Variáveis Principais

α	Ângulo de Quinagem [º]
agua	Consumo de Água [m^3]
$cons_{off}$	Consumo em Modo Off [kWh]
$cons_{on}$	Consumo em Modo On [kWh]
$cons_{stb}$	Consumo em Modo Standby [kWh]
$custos_{ai}$	Custo de Aquisição, Instalação [€/unidade]
$custos_{mr}$	Custo de Manutenção, Reparação [€/unidade]
fvp	Factor de Valor Presente (*Present Worth Factor* – PWF) [anos]
$i_{i,j}$	Indicador Ambiental correspondente à linha “i”, coluna “j” das tabelas EuP EcoReport
$indicador_{k,i}$	Indicador do material *k* para o atributo *i*
$mult_{off}$	Número de Horas por Ano em Modo *Off* [horas/ano]
$mult_{on}$	Número de Horas por Ano em Modo *On* [horas/ano]
$mult_{stb}$	Número de Horas por Ano em Modo *Standby* [horas/ano]
P	Força Aplicada na Quinagem [kN]
$peso_{k\ i}$	Peso de um material *k* pertencente a uma categoria *i*
$peso_k$	Peso de um material *k*
preco	Preço do Produto [€/unidade]
$preco_{agua}$	Preço da Água [€/m^3]
$preco_{elec}$	Preço da Electricidade [€/kWh]
r_i	Raio Interior da Quinagem [mm]
rmg	Rácio de Melhoramento Global
$stock_{ue}$	*Stock* na União Europeia [10^6 unidades]
V	“Vê” da Matriz (Quinagem) [mm]
$v_{i,j}$	Valor presente na linha “i”, coluna “j” das tabelas EuP EcoReport
$vendas_{anuais}$	Vendas Anuais [10^6 unidades/ano]
vida	Vida do Produto [anos]
$taxa_{desc}$	Taxa de Desconto [%]

Índice

1 Introdução

Utopicamente falando, todos os produtos deveriam ser fabricados, transportados e utilizados sem usar ou gerar substâncias tóxicas ou perigosas; seriam energicamente eficientes e, no final da sua vida útil seriam compostados, reutilizados ou reciclados (KURK *et al*, 2008). Na realidade, todos os produtos têm impactos que se traduzem em mudanças nos recursos naturais e na criação de poluição (ADEME, 2001).

A preocupação com as gerações futuras e as taxas alarmantes do consumo de recursos não renováveis proporcionam o ímpeto para a investigação da sustentabilidade e melhoria do meio ambiente (ROSE *et al*, 2002).

O respeito pelo ambiente deve ser integrado no estilo de vida do Homem e ao longo do ciclo-de-vida de todos os produtos e serviços. No entanto, parece impossível definir um estilo de vida sustentável e obrigar que todos o cumpram. É necessário que todos os interessados visionem e criem as sociedades sustentáveis que se pretende alcançar. Tendo isto em conta, as Nações Unidas dedicaram a década 2005-2015 ao desenvolvimento sustentável (KARLSSON *et al*, 2006).

Este trabalho pretende contribuir para este esforço numa área em particular, o EcoDesign e a sua endogeneização no processo de desenvolvimento do produto.

2 Definições

2.1 Ambiente

O ambiente é um sistema complexo que inclui aspectos físicos (água, ar e solo), seres vivos e recursos naturais, sendo que todos eles estão inter-relacionados (ver Figura 1) (ADEME, 2001).

Figura 1 – Definição de Ambiente (elaboração própria)

Segundo Ferrão (2005), alguns dos impactos ambientais motivados pelo Homem são a depleção dos recursos materiais e da camada de ozono, o consumo de energia e de água, o efeito de estufa, o nevoeiro fotoquímico, a acidificação e a toxicidade do ar, a eutrofização e a toxicidade da água, o ruído, a radiação, etc.

2.2 Ciclo-de-vida dos produtos

Sendo o ciclo-de-vida de um produto, tudo o que lhe está relacionado, directa ou indirectamente, "do berço até à cova (tradução do inglês *from cradle to grave*) ", inclui a aquisição de matérias-primas, a produção de componentes e a fases de vida de um produto a saber: montagem, distribuição, retalho, utilização, reacondicionamento, reutilização, fim-de-vida e todos os transportes que estão associados a cada uma destas fases (FERRÃO, 2005).

A Figura 2 apresenta o esquema do ciclo-de-vida de um produto, apontando os principais "actores" e salientando a importância do *design* em todas as fases do ciclo. Se um produto é reciclado, esta cadeia fecha-se, resultando daí a expressão «ciclo-de-vida» (ADEME, 2001).

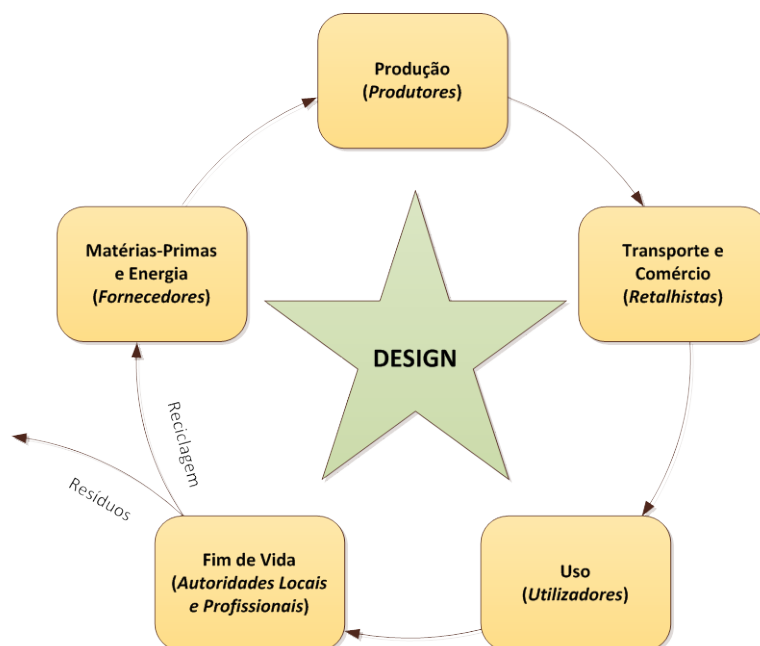



Figura 2 – Esquema do Ciclo-de-Vida dos Produtos (Adaptado de ADEME, 2001, p. 3)

2.3 EcoDesign

Etimologicamente, EcoDesign é uma junção de duas palavras: *eco*, de origem grega (*oĩkos*), que significa casa ou lar, sendo muitas vezes utilizada para designar o ambiente (KARLSSON *et al*, 2006); *design*, de origem inglesa, que pode significar desenho destinado à arte industrial, que serve de base à produção em série de objectos de uso comum, a cuja utilidade prática se deverá juntar beleza e elegância (COSTA *et al*, 1999).

Segundo Karlsson (2006) o EcoDesign tem, como palavra, uma semelhança com ecologia e economia (ver Figura 3), sendo portanto um conceito que inclui a sustentabilidade humana – *design* com uma inter-relação mais inteligente com a natureza – juntamente com as inter-relações de negócio. Citando Charter e Tischner, Karlsson (2006) também afirma que o EcoDesign pode ter uma definição/ambição mais alargada, uma vez que pode significar produtos, serviços, híbridos ou mudanças no sistema que minimizam os aspectos negativos e maximizam os aspectos positivos dos impactos na sustentabilidade – a nível económico, ambiental, social e ético – através e após o ciclo-de-vida dos produtos e das soluções existentes, enquanto preenchem as necessidades e expectativas sociais aceitáveis. Karlsson (2006) aponta também uma definição mais resumida para EcoDesign, ou seja, desenvolvimento de produtos e métodos inteligentes, sistemas com soluções efectivas e *design* atractivo.

Figura 3 – Definição de EcoDesign (adaptado de KARLSSON *et al*, 2006, p. 1292)

Kurk (2008) afirma que EcoDesign é a designação europeia equivalente ao *Design-for-the-Environment* (DfE) dos E. U. A., que significa reduzir o impacto ambiental de produtos e serviços durante todo o seu ciclo-de-vida. Isto parece ser confirmado pela visão que a União Europeia (2008) apresenta de EcoDesign: melhorar o desempenho ambiental dos produtos através do seu ciclo-de-vida (produção, uso e fim-de-vida) pela integração sistemática dos aspectos ambientais numa fase inicial do *design* do produto. Uma definição semelhante é proposta por Park (2008): EcoDesign é uma actividade que identifica os aspectos ambientais de um produto e integra-os posteriormente no processo de *design* numa fase inicial do seu desenvolvimento; por Schischke (2005) que afirma que o EcoDesign é a redução dos impactos ambientais de todo o ciclo-de-vida através da melhoria da concepção dos produtos; por Hemel (2002) para quem EcoDesign é a luta sistemática e consistente para melhorar o perfil ambiental dos produtos em todos os estágios do ciclo-de-vida, incluindo a reciclagem adequada e o desmantelamento. Antunes (2004) complementa esta ideia dizendo que o EcoDesign é o desenho dos produtos considerando critérios ambientais, minimizando os seus impactos directos e indirectos em todas as oportunidades. De uma forma mais resumida, a ADEME (2001) afirma que EcoDesign é integrar o ambiente no *design* do produto.

3 EcoDesign

3.1 Porquê fazer EcoDesign?

Porquê fazer EcoDesign é uma questão mais básica do que *como* fazer EcoDesign (KARLSSON *et al*, 2006).

Falar de EcoDesign é falar em ambiente, uma vez que a maior ênfase está no seu prefixo *eco*. A sua importância deve-se ao impacto adverso no ambiente de grande parte das actividades humanas (ADEME, 2001). E quando se fala em problemas ambientais, pensa-se logo em aquecimento global. Mas também existem outros como a depleção dos recursos naturais, a poluição, a emissões gasosas, as radiações, os odores (SCHISCHKE *et al*, 2005), o ruído, a redução da biodiversidade, etc.

Karlsson (2006), citando Gregori Thomas, faz notar que "Os recursos não *são*. Eles *tornam-se*!" e dá um exemplo: o ferro só se tornou um recurso a partir do momento em que os homens da idade da pedra aprenderam a fazer uso dele. Consequentemente, é possível desenvolver o *stock* de recursos[1] e torná-los mais sustentáveis pela via do aumento da parte renovável da sua utilização.

3.1.1 Enquadramento histórico

A preocupação ambiental não é nova. Começou nos finais da década de 60, princípios da década de 70 do século XX e continua nos dias de hoje impulsionada pelos efeitos nefastos da globalização. O EcoDesign surgiu primeiramente no sector electrónico, onde as grandes marcas partilham tecnologias, facilitando a desmontagem e posterior reutilização (KURK *et al*, 2008). Pode dizer-se que entre a década de 60 e a década de 70 do século XX predominavam as medidas curativas. Após esse período e até o ano 2000, optou-se por fazer uma prevenção *in situ*. Desde essa altura e provavelmente até 2020, vigorará o EcoDesign (ADEME, 2001). Depois disso, vislumbram-se melhoramentos mais profundos ao nível do EcoDesign, evoluindo o conceito de ambiente para o conceito mais alargado de sustentabilidade (KURK *et al*, 2008).

3.1.2 Enquadramento legal

Os objectivos recentes da política ambiental da União Europeia são a preservação, protecção e melhoria da qualidade do ambiente, a protecção da saúde das pessoas e a utilização prudente e racional dos recursos naturais. Baseia-se, por isso, no princípio da precaução, da acção preventiva, da correcção dos danos causados ao ambiente (prioritariamente na fonte) e do poluidor-pagador. Refere ainda que a concretização do desenvolvimento sustentável exige

[1] Ver Anexo I – Produção Anual Mundial de Materiais (ASHBY *et al*, 2008).

alterações significativas nos actuais padrões de desenvolvimento, produção, consumo e comportamento, nomeadamente, através da redução do consumo desnecessário de recursos naturais e da prevenção da poluição (UE, 2003b).

As políticas da União Europeia deram origem a várias directivas relacionadas com o ambiente (PARK *et al*, 2008)[2]:

- Automóveis e Equipamento Eléctrico e Electrónico (EEE) que inclui o Fim-de-Vida dos Veículos (ELV);
- Desperdícios dos Equipamentos Eléctricos e Electrónicos (WEEE);
- Restrições à utilização de certas substâncias perigosas nos equipamentos eléctricos e Electrónicos (RoHS);
- Directiva dos planos de trabalho para estipular uma directiva para a redução dos impactos ambientais dos produtos através do EcoDesign (produtos que consomem energia: *energy-using products;* EuP).

3.1.3 Papel dos produtos que consomem energia (EuP)

Os EuPs estão dependentes de um *input* energético (electricidade, combustíveis fósseis e fontes de energia renovável) ou gerem, transferem e medem essa energia. Os EuPs têm assim uma fatia muito grande do consumo total de energia[3] e de outros recursos naturais, possuindo um grande potencial de redução de gases de efeito de estufa. Como é um elemento-chave da política da União Europeia melhorar o consumo de energia e outros desempenhos ambientais dos produtos existentes no mercado interno, segundo PARK (2008) e BAM (2008), as preocupações da União Europeia relativamente aos EuP são:

- Melhorar o desempenho ambiental dos produtos que consomem energia, encorajando os fabricantes a adoptarem medidas de *design* ambientalmente conscientes;
- Os fabricantes devem quantificar os *inputs* e *outputs* ambientais dos produtos, considerar uma análise do ciclo-de-vida no *design* dos produtos e fornecer informação ambiental aos consumidores.

É neste contexto que o EcoDesign se insere. Pode concluir-se que a razão para se fazer EcoDesign se prende com os benefícios para o ambiente e com as imposições legais que tenderão a ser cada vez mais aplicadas à indústria.

3.2 Vantagens do EcoDesign

3.2.1 Para o fabricante

As vantagens para o fabricante são perceber e optimizar os fluxos de materiais e energia, antecipar e respeitar, ao menor custo possível, os regulamentos ambientais, satisfazer as necessidades emergentes dos mercados e aumentar a confiança do consumidor (ADEME, 2001). Paralelamente, propicia a redução das situações de crise ou disputas (ADEME, 2001) e dos riscos de responsabilidade – por exemplo, a directiva WEEE da União Europeia responsabiliza as companhias pelos seus produtos (KARLSSON *et al*, 2006).

[2] Uma visão mais alargada sobre a legislação será abordada no capítulo 4.

[3] Os aparelhos domésticos e de escritório são responsáveis pelo consumo de 25% da energia na união europeia (SCHISCHKE *et al*, 2005).

O fabricante pode também, através do EcoDesign, construir uma imagem de marca positiva que aumenta e fortifica a sua visibilidade do mercado (SCHISCHKE *et al*, 2005; KARLSSON *et al*, 2006). Torna-se também uma vantagem competitiva em mercados que valorizam os aspectos ambientais (KURK *et al*, 2008). Os rótulos ecológicos são do conhecimento da maioria dos consumidores que assumem ser um factor decisivo nas suas aquisições. Algumas estatísticas apontam que 63% dos consumidores alemães estão dispostos a pagar mais por um produto ecológico (SCHISCHKE *et al*, 2005). Byggeth (2006) afirma que a procura por produtos amigos do ambiente tem aumentado gradualmente nos últimos anos, quer por parte das organizações públicas e privadas, aplicando-se aos produtores e aos consumidores[4].

Por outro lado, a perspectiva ambiental pode levar à inovação no interior das empresas (KURK *et al*, 2008), servindo de guia e método para desenvolver soluções para produtos mais inteligentes e mais efectivos (KARLSSON *et al*, 2006). As empresas que possuem abordagens estratégicas e pró-activas relativamente ao EcoDesign conseguem promover, ao mesmo tempo, a qualidade e a inovação (SCHISCHKE *et al*, 2005). Estas abordagens conduzem, muitas vezes, a mudanças de ponto de vista, a novas soluções e à liderança sobre a concorrência (FERRÃO, 2005). Park (2008) faz uma ponte entre produtor e consumidor ao dizer que a ecoeficiência[5], baseada nestes dois actores do processo, pode ser utilizada para identificar problemas-chave no EcoDesign que abarcam não só os aspectos ambientais mas também a qualidade do produto e a satisfação do consumidor.

Segundo a ADEME (2001) e Ferrão (2005), o EcoDesign permite a redução significativa de custos[6] operacionais (SCHISCHKE *et al*, 2005; KARLSSON *et al*, 2006), ponto crucial em qualquer empresa, porque:

- Minimiza a quantidade de materiais por unidade de produto, propiciando a redução de custos e dos impactos ambientais.
- Diminui o número de processos químicos e de materiais utilizados, reduzindo a logística interna.
- Evita as matérias perigosas, o que reduz os custos de manuseamento e processamento.
- Fabrica produtos mais pequenos que necessitam de embalagens menores, acarretando menores custos de transporte.
- Utiliza materiais reciclados, o que se revela mais económico.
- Fabrica produtos simples e fáceis de montar, reduzindo os custos de montagem, desmontagem, reparação, reutilização e reciclagem.

Ferrão (2005) salienta as oportunidades de negócio que podem surgir com o EcoDesign: a aquisição de bens e serviços por entidades públicas constitui em média cerca de 12% do PIB da União Europeia e estas estão obrigadas a incluir nos seus contratos de aquisição o desempenho ambiental dos produtos ao longo do seu ciclo-de-vida e rótulos/declarações de conformidade ambiental.

[4] As organizações públicas consideram as directivas e as leis; as organizações privadas consideram a poupança de custos a longo prazo ou os benefícios directos (custos reduzidos ao longo da vida dos bens adquiridos) e indirectos (boa imagem junto dos interessados ou consumidores) (BYGGETH *et al*, 2006).

[5] Ecoeficiência é o rácio entre o valor do produto e o seu impacto ambiental (PARK *et al*, 2008).

[6] Por exemplo, alguns estudos mostram que 30 a 50% da energia consumida pelos actuais sistemas de bombeamento podem ser poupados através da alteração dos controlos dos sistemas (FREIRE, 2008).

Outra vantagem do EcoDesign é a consideração do ambiente num estágio do desenvolvimento do produto em que as possibilidades técnicas são maiores (ADEME, 2001).

3.2.2 Para o consumidor

Do ponto de vista do consumidor, este poderá esperar um produto adequado e fiável (ADEME, 2001; BAM, 2008; SCHISCHKE *et al*, 2005) que conserva ou melhora o meio ambiente e que permite poupanças aquando da sua utilização (ADEME, 2001; BAM, 2008). É assim possível obter um produto amigo do ambiente mantendo um alto nível de qualidade e de satisfação do consumidor (PARK *et al*, 2008).

Numa perspectiva mais alargada, existem também vantagens para a comunidade: poupanças energéticas, redução dos custos relacionados com o tratamento de resíduos e poluição, redução de riscos e gestão dos recursos naturais a longo prazo (ADEME, 2001).

3.3 Desvantagens do EcoDesign

Uma primeira desvantagem é que o EcoDesign, por si só, não chega. Se um produto não cumprir com os requisitos básicos do mercado[7] irá falhar, mesmo que cumpra todos os aspectos ambientais. Isto significa que, para vencer, um produto deverá considerar o EcoDesign e os requisitos básicos do mercado (PARK *et al*, 2008).

Karlsson (2006) aponta que a publicidade a produtos verdes teve, até agora, sucesso limitado. Avisa, no entanto, que existe uma mudança à vista: a sustentabilidade está a tornar-se sinónimo de esperteza e inteligência.

Ainda segundo Karlsson (2006), os preços crescentes dos materiais e do combustível colocaram o foco na energia e nos desperdícios e indirectamente no tempo de vida dos produtos, na sua reparação e valor em fim-de-vida. Do ponto de vista do mercado actual, isto é visto como uma forma de diminuir os benefícios da companhia produtora uma vez que as qualidades no fim-de-vida tornam os produtos mais valiosos para um leque mais alargado de utilizadores potenciais e mercados secundários aparecerão. Do ponto de vista da companhia produtora, os produtos obsoletos deveriam ser completamente inúteis para toda a gente menos para a organização que os recolhe, para que, relativamente aos lucros, receba uma maior percentagem de volta.

Baayen (2000) frisa que a complexidade no processo de decisão que envolve todos os aspectos ambientais significa, na maior parte das vezes, uma barreira intransponível para os *designers.*

Os produtos com propriedades ecológicas são, muitas vezes, mais caros e a maior parte dos consumidores estão cépticos relativamente a este aumento do preço[8]. Mesmo as vantagens explícitas como a poupança de energia merecem pouca atenção por parte dos consumidores (KARLSSON *et al*, 2006). Talvez isto se deva ao facto de que uma das maiores dificuldades

---

[7] Requisitos básicos do mercado: preencher as necessidades em termos de função, desempenho, durabilidade, segurança, etc; cumprir as normas e as leis; corresponder às expectativas do consumidor (PARK *et al*, 2008).

[8] Esta afirmação parece indicar comportamentos díspares dos consumidores, dependendo do mercado, uma vez que contradiz as observações de Byggeth (2006) e de Schischke (2005), apontadas em “Vantagens do EcoDesign”. Este último advoga que a maioria dos consumidores alemães está disposta a pagar mais por um produto ecológico.

na compra de produtos amigos do ambiente seja a falta de informação de confiança acerca das suas características ambientais (BYGGETH *et al*, 2006).

Na maioria das vezes, os interesses ambientais também tendem a ser percebidos como exteriores às empresas (KARLSSON *et al*, 2006).

3.4 Como fazer EcoDesign?

Quando se pensa em fazer EcoDesign, deve ter-se consciência do quadro complexo como é o actual: economia das grandes marcas de produtos, desenvolvimento de novas economias na Ásia, populações envelhecidas nas velhas economias, etc. (KARLSSON *et al*, 2006). Fazer EcoDesign passa também por factores económicos e sociais como a aceitação de produtos ambientalmente melhorados no mercado e a forma como as PMEs percepcionam as perspectivas de mercado dos produtos ecológicos (HEMEL *et al*, 2002). É pouco provável que uma empresa tome uma decisão que não seja primeiramente motivada pela economia (BYGGETH *et al*, 2006).

Além disso, a produção e consumo sustentáveis só podem ser atingidos com a responsabilização de todos os actores do mercado (BAAYEN *et al*, 2000). A nível industrial, um número cada vez mais crescente de empresas reconhece a sua responsabilidade na criação de produtos mais ecológicos (HEMEL *et al*, 2002) e esses produtos estão cada vez mais associados a um estilo de vida. O *design* e EcoDesign devem, por isso, relacionar-se com mais coisas do que simplesmente a função racional de um produto ou serviço (KARLSSON *et al*, 2006).

Embora o ponto de vista actual foque principalmente a redução dos impactos ambientais, a ecoeficiência não é suficiente: há que apontar para produtos ecoefectivos (KARLSSON *et al*, 2006). Qualquer solução deve ser barata, cooperativa, baseada localmente, flexível, única e acessível (HEMEL *et al*, 2002).

3.4.1 Estímulos

As grandes empresas estão sujeitas a mais e maiores estímulos do que as PMEs porque recebem mais atenção dos órgãos de comunicação social sendo, por isso, mais vulneráveis a críticas externas. Do ponto de vista ambiental, seria desejável um maior envolvimento das PMEs, embora, individualmente, estas não dêem tanto valor aos impactos ambientais como as grandes empresas. São as PMEs no entanto que têm mais vantagens em abraçar o EcoDesign comparativamente com as grandes empresas devido à menor burocracia, à resposta mais célere à mudança e aos canais de comunicação internos mais eficientes. Para estimular a produção de produtos verdes nessas empresas, segundo Hemel[9] (2002), existem quatro principais soluções: a reciclagem de materiais, a alta confiança e durabilidade dos produtos, o uso de materiais reciclados e o baixo consumo energético. Outras soluções também apontadas foram: a refabricação, os menores desperdícios na produção, as técnicas limpas de produção, a redução do peso dos produtos, o uso de materiais limpos, as embalagens menores, mais limpas e reutilizáveis.

[9] Segundo um estudo empírico conduzido por Hemel (2002) em 77 PMEs alemãs com implementação até três anos.

Hemel (2002) enuncia, como estímulos externos mais influentes nas empresas, as exigências dos consumidores, a legislação governamental e as iniciativas do sector industrial. Relativamente aos estímulos internos mais influentes, estes são: as oportunidades de inovação, o aumento da qualidade dos produtos e novas oportunidades de mercado. Contrariamente ao que prevalece na literatura, Hemel (2002) advoga também que os estímulos internos são mais fortes do que os externos.

3.4.2 Dificuldades

Hemel (2002) identificou três barreiras consideradas inultrapassáveis para a implementação do EcoDesign num determinado produto: benefício ambiental pouco claro, impacto ambiental não percepcionado como responsabilidade da empresa e não existir solução alternativa.

Quando se decidem os requisitos ambientais de um produto, podem surgir diversas situações de compromisso, nomeadamente, ao nível dos requisitos ambientais mais importantes (conteúdo reciclado, eficiência energética, consumo de água ou controlo da poluição atmosférica) e da escolha de materiais (como trocar um material tóxico por outro menos tóxico mas com mais peso). É difícil saber à partida quando e quais as situações de compromisso que irão surgir no desenvolvimento do produto. Uma coisa é certa: é difícil optimizar tudo ao mesmo tempo.

Os requisitos funcionais e os custos têm geralmente a maior influência e condicionam os limites de outros atributos como a forma, materiais e métodos de produção. A equipa de *design* pode decidir entre fabricar um componente optimizado para um uso particular ou adquirir no mercado um componente já existente, convenientemente testado e documentado, mas não necessariamente optimizado para o fim em vista.

A escolha de materiais é considerada uma decisão difícil. Um produto pode ser composto por vários materiais e cada um deles pode ser difícil de analisar como acontece, por exemplo, com os materiais compósitos e as ligas (BYGGETH *et al*, 2006).

Existe também outro tipo de dificuldades, apenas presente na fase inicial do processo de implementação do EcoDesign: a maior parte dos gestores admite ter bastante preocupação ambiental mas tem poucos conhecimentos sobre o desenvolvimento no campo da gestão ambiental e não introduz ainda práticas formais para gerir o desempenho ambiental dos seus negócios.

Na maior parte das empresas, o desenvolvimento do produto é realizado em projectos com actores que desempenham diferentes funções como o *marketing*, o *design*, a produção e a aquisição. Estas equipas multifuncionais são formadas para preencherem as necessidades funcionais, mas estão limitadas relativamente a custos e tempo. É também um dado adquirido que a funcionalidade e a economia têm normalmente a prioridade mais elevada. A pesquisa de *design* ecológico e métodos de *design* do produto não ganharão aceitação das equipas de desenvolvimento a não ser que os métodos promovam a integração das prioridades ambientais com outros elementos de *design* (LUTTROPP *et al*, 2006).

O EcoDesign implica assim uma mudança de atitude das empresas e indústrias (ANTUNES, 2004).

3.4.3 Ponto de partida

Ferrão (2005) dá os pontos de partida para implementar o EcoDesign numa empresa:

1. Produção: aumentar a eficiência;
2. Aquisição de bens e serviços: reduzir a variedade de materiais auxiliares e evitar materiais perigosos;
3. *Marketing*: o que está de acordo com o ambiente vende melhor;
4. Investigação e desenvolvimento: criar produtos inovadores;
5. Ambiente, segurança e saúde: melhorar a produção e melhorar as condições de trabalho;
6. Gestão da qualidade: escolher produtos fiáveis e duráveis em detrimento dos descartáveis.

Schischke (2005), citando o Guia da UNEP para Gestão de Ciclo-de-Vida, apresenta uma metodologia para começar a fazer EcoDesign: a filosofia dos 6 R’s:

1. **Repensar** (Re-think) o produto e as suas funções, e.g. utilizar o produto de uma forma mais eficiente;
2. **Reduzir** (Re-duce) consumos de energia e material ao longo do ciclo-de-vida do produto;
3. **Repor** (Re-place) alternativas às substâncias perigosas;
4. **Reciclar** (Re-cycle) através da selecção de materiais que podem ser reciclados e construir o produto para que seja facilmente desmontado para reciclagem;
5. **Reutilizar** (Re-use), concebendo o produto de forma que as peças possam ser reutilizadas;
6. **Reparar** (Re-pair), tornando o produto fácil de reparar, para que não necessite de ser substituído no imediato.

Park (2008) aponta cinco factores a ter em consideração quando se quer começar a fazer EcoDesign:

1. Função;
2. Custo;
3. Desempenho;
4. Qualidade;
5. Aspectos legais e técnicos.

Schischke (2005) deixa o exemplo de uma primeira estratégia de EcoDesign:

1. Avaliar o estado actual: o que é que o mercado exige, o que é que o consumidor procura, o que é que a empresa já conseguiu fazer?
2. Avaliar primeiro: quais os aspectos ambientais relevantes?
3. Estabelecer as metas da empresa.
4. Envolver os departamentos relevantes da empresa e a cadeia de fornecedores; avaliar as oportunidades através de padrões de desempenho.
5. Escolher as ferramentas apropriadas, listas de verificação, linhas guia; associar o EcoDesign às questões relacionadas com custos.
6. Analisar o produto: encontrará automaticamente potencial para melhorar.
7. Comunicar os melhoramentos, mostrando o quanto é perspicaz.

Hemel (2002) aponta a estratégia de EcoDesign a aplicar para um produto existente ou um novo produto (ver Figura 4), salientando as áreas onde se deve dar maior atenção.

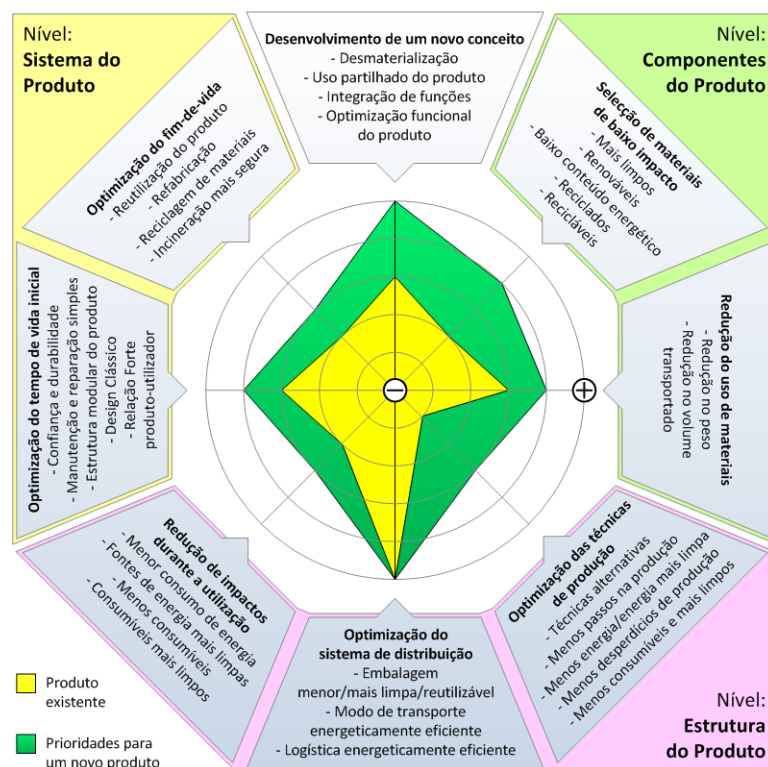



Figura 4 – Roda estratégica do EcoDesign (adaptado de HEMEL *et al*, 2002, p.441)

Segundo Tingström (2006), o melhoramento ambiental de produtos pode ser feito através do desenvolvimento de eco-produtos em substituição dos produtos comuns e da incorporação de considerações ambientais no processo de desenvolvimento regular de todos os tipos de produtos como parte integrante dos critérios e métodos de *design*. O primeiro procedimento traz melhorias ambientais mais significativas, mas esta forma de trabalhar fica limitada inicialmente a uma pequena fracção dos produtos da empresa. O segundo procedimento proporciona uma integração mais suave das considerações ambientais no processo de desenvolvimento dos produtos.

3.4.4 Ciclo-de-Vida

O termo ciclo de vida refere-se à maioria das actividades no decurso da vida do produto desde a sua fabricação, utilização, manutenção e deposição final, incluindo aquisição de matéria-prima necessária para a fabricação do produto.

Para além do fabrico, cada estágio do ciclo-de-vida do produto (ver Figura 5) pode ser optimizado em termos ambientais (KURK *et al*, 2008). Só uma abordagem global torna possível apontar as fontes de impacto ambiental adverso, o que se traduz numa abordagem ao produto, acompanhando todo o seu ciclo-de-vida, inclusive para além das fronteiras da empresa. Com isto, tem-se em consideração todas as formas de impacto ambiental: consumo de matérias-primas e energia, descargas que afectem a água o ar e o solo, mudanças no ambiente natural e nos seres vivos – a chamada abordagem multi-critérios. No entanto, por vezes são necessárias aproximações pragmáticas, como por exemplo, a escolha de uma área

de melhoramento, onde os impactos são maiores e onde a companhia pode agir imediatamente. A partir daí os melhoramentos futuros podem começar a ser planeados (ADEME, 2001).

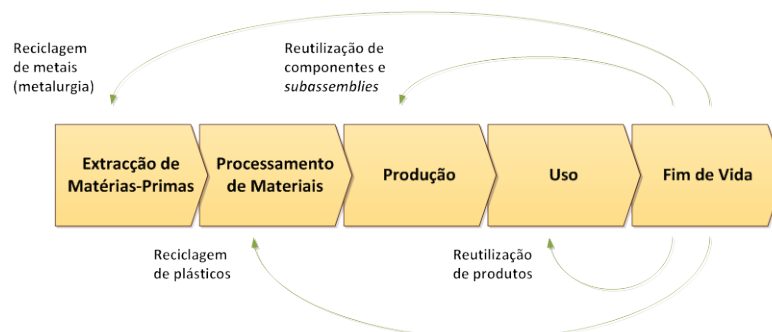



Figura 5 – Optimização dos estágios do ciclo-de-vida dos produtos (adaptado de STEVELS, 2005, p. 19)

3.4.4.1 Desenvolvimento do produto

Os factores, a ter em conta pelos *designers* no desenvolvimento do produto, são as expectativas dos clientes, o controlo de custos e a viabilidade técnica. A tudo isto, o EcoDesign introduz o ambiente como nova dimensão do *design*.

O momento mais importante do desenvolvimento do produto é a decisão das necessidades e especificações são decididas (LUTTROPP *et al*, 2006) porque os materiais, processos e fontes de energia escolhidos determinam os impactos ambientais do produto durante todo o seu ciclo-de-vida (KURK *et al*, 2008). Cerca de 70% dos custos de desenvolvimento, fabrico e uso do produto são decididos nas primeiras fases do *design* do produto (KURK, 2008) e 80% dos impactos ambientais do produto são decididos durante a concepção (SCHISCHKE, 2005; BAM, 2008) (ver Figura 6). Indo ao encontro desta ideia, Ferrão (2005) defende que integrar as condições ambientais na fase de concepção é uma forma eficaz de melhorar os produtos.

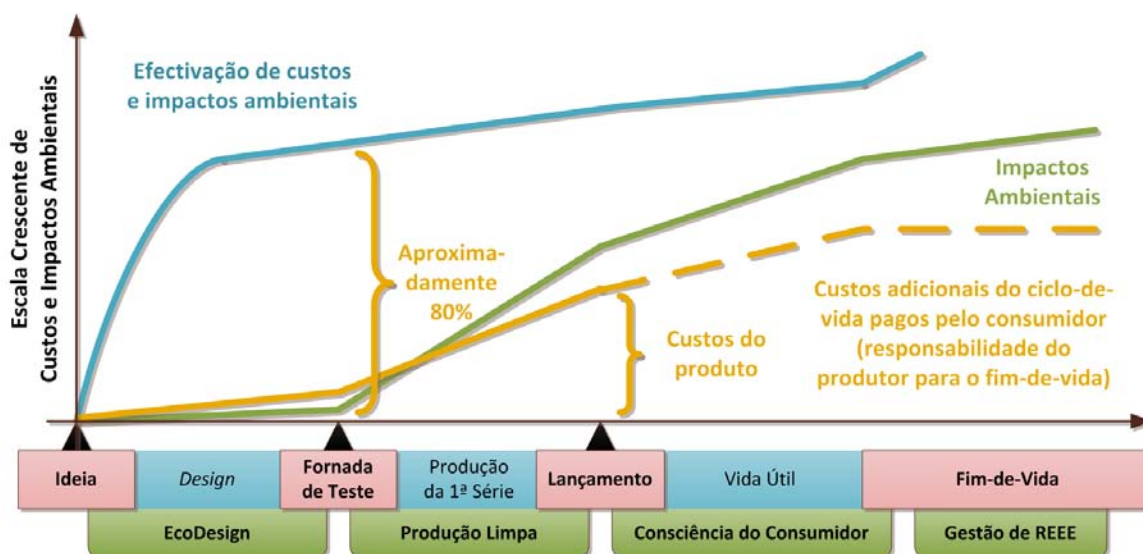



Figura 6 – Custos de desenvolvimento e impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do produto (adaptado de FERRÃO, 2005, p. 78)

Se os aspectos ambientais forem considerados numa fase inicial do desenvolvimento do produto, será possível melhorar a função do produto ao mesmo tempo que se reduzem os impactos ambientais. Criam-se também sinergias com outros interesses de negócio, a saber, melhoramentos na imagem institucional, oportunidades de mercado e redução de custos, mesmo a curto prazo. À medida que se avança no desenvolvimento, torna-se progressivamente mais dispendioso e tecnicamente difícil fazer alterações em fases mais avançadas, pelo que se devem evitar estas situações (BYGGETH *et al*, 2006).

Karlsson (2006) salienta a importância de organizar o desenvolvimento do produto, sendo crucial para se atingir níveis elevados de sustentabilidade. Schischke (2005) aponta cinco questões-chave do EcoDesign que podem ajudar a encontrar problemas e, consequentemente, soluções durante o desenvolvimento do produto:

1. Qual o propósito ou aplicação do seu produto?
2. Quais são os padrões comuns de utilização?
3. Qual o tempo de vida projectado e o habitual?
4. Quem é o utilizador?
5. Qual a dimensão do produto?

3.4.4.2 Materiais

Embora o uso de recursos naturais seja muito díspar entre países e mesmo dentro de um determinado país (KARLSSON *et al*, 2006), Stevels (2005) refere vários motivos para melhorar a utilização dos materiais:

- Melhoria da reciclabilidade do ponto de vista do consumidor;
- Restrição legislativa do uso de certos materiais para garantir a sustentabilidade;
- Preferência dos materiais naturais em vez dos artificiais e aumento das preocupações com a preservação dos recursos por parte das organizações de consumidores.

Quanto aos factores que possibilitam a melhoria da utilização dos materiais, Stevels (2005) menciona:

- A ciência e a tecnologia (materiais com melhores propriedades, mais leves, mais fortes e mais inteligentes);
- Tecnologias de processamento (moldação, soldadura);
- Fornecedores (redução da quantidade de materiais);
- Dinheiro/custos (redução das quantidades, uso de materiais reciclados.

Kurk (2008) advoga a preferência por materiais biodegradáveis, reciclados ou alternativos mas, por vezes, pode não haver controlo do material a usar por parte dos *designers*. Nestes casos, aconselha-se o controlo dos fornecedores, verificando se estes cumprem com os aspectos ambientais ao nível das especificações e da eliminação de contaminantes perigosos (KURK *et al*, 2008; SCHISCHKE *et al*, 2005). Isto pode ser conseguido através de listas de exigências ambientais (FERRÃO, 2005). As empresas devem ter assim uma atitude pró-activa, antecipando problemas em vez de reagir, e.g. eliminando substâncias perigosas (KURK *et al*, 2008).

Um dos melhores paradigmas para a utilização de materiais é a desmaterialização[10] dos produtos (STEVELS, 2005). Isto consegue-se através da miniaturização – menos material em menos produto físico (ADEME, 2001; SCHISCHKE *et al*, 2005) – de onde advêm poupanças nas embalagens e nos custos de transporte. Por outro lado, também conduz de custos logísticos e de impactos ambientais (SCHISCHKE *et al*, 2005). A forma de reduzir a quantidade de materiais passa por analisar a função do material aplicado em termos das propriedades físicas e da sua história, verificar as especificações (evitando a sobre-especificação ou a tradição da companhia) e estar atento também às novas tecnologias (STEVELS, 2005).

Schischke (2005) aponta a necessidade de se evitarem matérias perigosas (alguns componentes electrónicos são perigosos[11] para a saúde humana e para o ambiente), reduzindo-se os custos de manuseamento e de processamento. Afirma também que os materiais reciclados são mais económicos.

Antunes (2004) refere a importância da escolha de materiais, nomeadamente:

- Substituir recursos não renováveis por renováveis;
- Substituir materiais escassos[12] por abundantes, minimizando assim a utilização dos primeiros;
- Privilegiar a utilização de materiais reciclados e/ou recicláveis;
- Minimizar ou evitar a utilização de substâncias perigosas, nomeadamente as tóxicas, carcinogénicas, mutagénicas, persistentes ou acumuláveis;
- Viabilizar a remoção fácil de substâncias perigosas, marcando-as e colocando-as de modo a serem facilmente removíveis.

Existem alguns métodos para melhorar a aplicação dos materiais, segundo Stevels (2005):

- Fazer análise dos materiais recorrendo à competição por *benchmarks* (tipo de tratamentos, quantidades, compatibilidade, reciclabilidade);
- Pontuá-los numa escala de custos (senso comum, peso ambiental, custo);
- Formular opções "verdes" (melhoramentos, mudança na funcionalidade);
- Verificar a perspectiva do ciclo-de-vida;
- Estabelecer prioridades.

3.4.4.3 Energia

Neste campo, aconselha-se o uso eficiente da energia e o recurso a energias renováveis (KURK *et al*, 2008). Este uso eficiente pode passar pela optimização da utilização de energia nas empresas, recorrendo a co-geração de calor e electricidade (ANTUNES, 2004). Torna-se ainda mais importante pelo facto da energia desempenhar papéis em todas as fases do ciclo-de-vida dos produtos, resumidos na Tabela 1.

[10] Contudo, alguns motivos energéticos podem levar ao contrário: as lâmpadas fluorescentes são, geralmente, maiores do que as incandescentes; os rádios de corda têm peso maior do que os rádios tradicionais (STEVELS, 2005).

[11] Desde 1 de Julho de 2006, os novos equipamentos eléctricos e electrónicos não devem conter chumbo, mercúrio, cádmio, crómio hexavalente, bifenilo polibrominado ou difenil éter polibrominado (FERRÃO, 2005).

[12] o preço elevado de uma matéria-prima é um indicador da sua escassez – um fraco potencial de sustentabilidade (KARLSSON *et al*, 2006).

Tabela 1 – Papel da energia nas fases do ciclo-de-vida dos produtos (adaptado de STEVELS, 2005, p. 3)

Fase	**Gasto energético e qualidade da energia**
Obtenção de materiais (minas) e produção de materiais	Tratamento de materiais puros, fusão (energia intrínseca)
Transformação, função	Partes, fabrico de componentes (energia de processamento)
Máquinas para montagem	Ferramentas, máquinas de soldar, energia (energia intrínseca e energia de processamento
Uso	*Stand-by*, energia em funcionamento (energia consumida)
Destruição e reciclagem	Logística, energia de tratamento (recuperação da energia intrínseca)
Transporte	Logística

Stevels (2005) aponta os motivos para a redução do consumo energético dos produtos:

- O consumidor paga a factura energética gasta pelos produtos e, logo, prefere os que são mais eficientes do ponto de vista energético;
- A legislação restringe esses consumos por causa do seu peso ambiental impondo, por exemplo, valores máximos para a energia em *stand-by, a* gestão eficiente dos consumos ou o uso adequado de baterias e pilhas;

Relativamente ao que possibilita a redução do consumo energético, Stevels (2005) refere:

- Os avanços da ciência e da tecnologia;
- Optimização de rotas por parte dos fornecedores;
- Redução de custos que advêm da utilização de menos componentes, menor dissipação de calor, menos reparações e menos fios eléctricos.

Quanto aos métodos que propiciam a redução do consumo de energia, é necessário fazer-se uma análise energética: se uma dada quantidade de energia é introduzida, qual vai para a função especificamente e qual é dissipada? Esta análise deverá ser efectuada ao nível do produto, do *subassembly* e do componente. Depois, devem formular-se opções “verdes”, introduzindo melhoramentos e mudanças na funcionalidade (STEVELS, 2005).

No entanto, deve ter-se consciência que a energia dispendida na fase de utilização merece muita atenção, como é explicitado na Figura 7 (STEVELS, 2005)[13] [14].

[13] Ver também o capítulo 3.4.4.8.

[14] Ver Anexo J – Fase Predominante da Vida de Alguns Produtos (ASHBY *et al*, 2008).

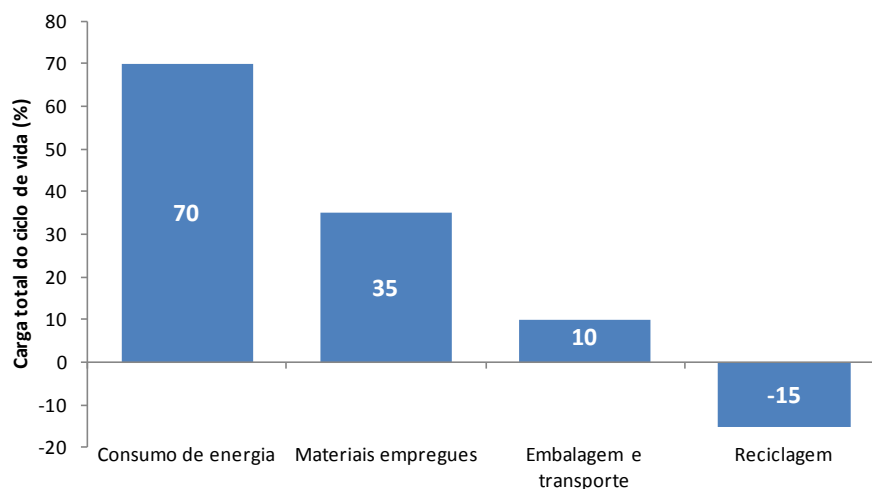



Figura 7 – Carga ambiental média de um produto electrónico ao longo do seu ciclo-de-vida (Adaptado de STEVELS, 2005, p. 3)

3.4.4.4 Desenvolvimento e produção

Os produtos simples e fáceis de montar reduzem os custos associados à montagem, desmontagem, reparação, reutilização e reciclagem (SCHISCHKE *et al*, 2005). Assim, é necessário utilizar-se o menor número de processos químicos de forma a reduzir a logística interna (SCHISCHKE, 2005). Por vezes, é mesmo inevitável repensar o produto de uma forma mais profunda: repensar as suas funções ou prestar um serviço em vez de vender o produto (ADEME, 2001; ANTUNES, 2004).

Antunes (2004) salienta a importância de estender a durabilidade do produto através da optimização da fiabilidade, da minimização do desgaste, do *design* intemporal, do desenho modular, ter em consideração os desenvolvimentos tecnológicos futuros (na medida do possível), da facilidade de limpeza, manutenção e reparação e de longos períodos de garantia.

3.4.4.5 Embalagem

As funções da embalagem são a protecção, o manuseamento, as mensagens (informação do produto, imagem de marca) e a promoção de vendas (sazonal, presentes) (STEVELS, 2005).

Stevels (2005) apresenta os motivos para se reduzir a embalagem:

- Do ponto de vista do consumidor, a embalagem é o cartão-de-visita ambiental da empresa e deve ser facilmente descartável e reciclável;
- Legalmente, existem convenientes na redução e obrigações de reciclabilidade;
- As organizações de consumidores opõem-se a embalagens supérfluas e querem que os produtores se responsabilizem pelo lixo gerado.

Essa redução é possível devido a vários factores (STEVELS, 2005):

- A modelação dos impactos e das forças envolvidas e a disponibilização de fibras moldadas ou placas colmeia propiciadas pela ciência e a tecnologia;
- O *design* das embalagens apresentado pelos fornecedores, por vezes, como serviço;

- Custos/Qualidade: a redução do material significa dinheiro directo para a empresa e a redução do volume significa dinheiro indirecto para a empresa.

Antunes (2004) apresenta uma hierarquia de escolha de embalagens, por ordem decrescente de preferência: sem embalagem, embalagem multi-utilizações, embalagem retornável, embalagem reciclável. Quanto ao desenho da embalagem, deverá ter-se em conta a redução do rácio peso/volume, eliminar embalagens secundárias, evitar substâncias perigosas, utilizar materiais reciclados e favorecer a utilização de materiais biodegradáveis ou baseados em recursos naturais renováveis. Stevels (2005) complementa estas ideias defendendo a obtenção de factos sobre as embalagens e o *benchmark* de materiais:

- Quantidades utilizadas (cartão, papel, fibras, plásticos incluindo espumas, materiais reciclados, outros);
- Rácios (peso da embalagem/peso do produto, impactos ambientais/peso do produto, volume da embalagem/volume do produto);
- Volume da embalagem;
- Distâncias (centro de produção – centro de distribuição, centro de distribuição – retalhista, transporte para desmantelamento);

Stevels (2005) apresenta algumas estratégias para a redução das embalagens:

- Redução do volume/transporte eficiente;
- Redução do peso total;
- Uso de materiais com baixo impacto ambiental (cartão, papel, materiais reciclados);
- Embalagens reutilizáveis;
- Adaptação do produto (geometria, melhorar a fragilidade com análise de falhas).

3.4.4.6 Transporte e distribuição

As empresas devem procurar introduzir o transporte e a distribuição na sua política ambiental. Devem, para isso, seleccionar os fornecedores, escolher adequadamente os modos de transporte a utilizar (o ferroviário e marítimo são geralmente preferíveis ao rodoviário e aéreo), evitar o retorno vazio dos veículos, providenciar uma boa logística ambiental (organizar os transportes e criar centros de distribuição), seleccionar e fazer a manutenção da frota, contemplar o transporte dos empregados e minimizar os impactos do transporte com a redução do peso, volume e optimização da forma dos produtos (ANTUNES, 2004).

3.4.4.7 Marketing

O papel do *design* deixou, nos últimos tempos, de corresponder às necessidades para passar a estimular os desejos dos consumidores. O objectivo das empresas não é, por conseguinte, criar produtos que satisfaçam apenas as necessidades funcionais mas também construir uma imagem e desejos nos consumidores (KARLSSON *et al*, 2006).

É importante dar a conhecer ao consumidor o progresso ambiental da empresa e os benefícios do uso de um produto amigo do meio ambiente (ADEME, 2001). Esta comunicação passará pela colocação nos produtos de rótulos ecológicos (sujeita a certificação de terceiros) (ADEME, 2001; ANTUNES, 2004), declarações próprias (auto-certificação) e perfis ecológicos (comparação entre produtos de diferentes empresas). Há uma certeza que deve ser levada bastante a sério: a transparência constrói a confiança do consumidor (ADEME, 2001).

3.4.4.8 Utilização

Como a fase da utilização é crucial no impacto ambiental do produto[15], deve-se, por isso, optimizar os consumos em utilização e *stand-by* (nomeadamente de água e consumíveis), minimizar a geração de efluentes/resíduos sólidos ou líquidos e as emissões gasosas, prestar a devida informação ao consumidor sobre a utilização eficiente dos produtos, verificar se os produtos dissipam energia de forma não intencional (ANTUNES, 2004).

3.4.4.9 Manutenção

Existem várias formas de optimizar a manutenção dos produtos (ANTUNES, 2004):

- Utilizar componentes e peças reparáveis ou substituíveis, preferencialmente pelo utilizador;
- Fazer *upgrade* do sistema com partes modulares e sem redundância;
- Evitar gerar (ou, pelo menos, minimizar) resíduos tóxicos nas manutenções de rotina ou nas reparações;
- Providenciar a existência de infra-estruturas para manuseamento dos resíduos da manutenção.

3.4.4.10 Desmantelamento e reciclagem

O desmantelamento no final da vida útil do produto é fundamental para facilitar a reciclagem ou reutilização dos produtos (KURK *et al*, 2008)[16]. Esta fase é facilitada nos seguintes casos (ANTUNES, 2004):

- a estrutura esteja desenhada tendo em conta o desmantelamento: hierárquica ou em sanduíche;
- Os elementos de ligação sejam fáceis de encontrar ou estejam devidamente marcados;
- O desaperto de ligações seja fácil (os parafusos são preferíveis a soldas ou colas);
- Os elementos de ligação sejam reduzidos e minimizados os tipos utilizados;
- O número e a variedade de componentes e de materiais sejam minimizados;
- As ferramentas necessárias sejam reduzidas às de uso geral (de preferência, o desmantelamento deverá ser feito sem recurso a ferramentas);
- Se utilize materiais recicláveis;
- Se garanta a compatibilidade de materiais;
- Se utilize materiais adicionais de acordo com as necessidades de reciclagem;
- Se marque os materiais (impressão, gravação, códigos de barras, etc.).

Relativamente a estratégias de reciclagem, a ideia mais comum é que existe muita desmontagem manual e melhoria dos fluxos de materiais. Na realidade, existe bastante tratamento mecanizado e processos de fusão integral. Caso a desmontagem seja dominante, o *design* para a reciclabilidade pode fazer muito. Se o tratamento mecânico é dominante, o *design* para a reciclabilidade pode fazer pouco (STEVELS, 2005).

[15] Como foi referido anteriormente no capítulo 3.4.4.3.

[16] Ver Anexo K – Tempos padrão de desmontagem (STEVELS, 2005).

Tabela 2 – Pontos de vista positivos e negativos da reciclabilidade sobre vários aspectos (adaptado de STEVELS, 2005, p. 24)

Aspecto	**Positivo**	**Negativo**
Funcionalidade	O *design* para a reciclabilidade simplifica a arquitectura do produto	A reciclabilidade está subordinada aos requisitos de funcionalidade
Cadeia de valor interna	O *design* para a desmontagem rápida diminui os custos de montagem	Quando a reciclabilidade não é conduzida pelo mercado, custará dinheiro
Cadeia de valor externa	A maior parte dos interessados vê a reciclagem como uma obrigação social	Quem paga a conta?
Dilemas ambientais	-	A reciclagem perde quase sempre quando compete com outros aspectos de EcoDesign (energia, materiais)
Matriz de EcoDesign	Bastante relevância relativamente ao consumidor e à sociedade	Alguém tem de pagar a conta
Processo de *design*	Pode inspirar outras áreas de *design* (arquitectura do produto, utilização de materiais)	É difícil definir onde se mostra relevante

Em jeito de conclusão:

- A ideia corrente acerca da reciclagem é bastante diferente das percepções tradicionais;
- As melhores soluções de reciclagem são específicas para uma determinada categoria de produtos;
- O *design* para a reciclabilidade está fortemente dependente da tecnologia de tratamento aplicada;
- O *design* para a reciclabilidade está sujeito a fortes condições fronteira: funcionalidade, EcoDesign, etc.

3.4.4.11 Reutilização

Para fomentar a reutilização dos produtos, deverá ter-se em atenção o desenho modular dos produtos, a facilidade de acesso aos componentes, a diminuição do desgaste, a protecção contra a corrosão, a normalização dos componentes e dos elementos de ligação (ANTUNES, 2004)[17].

3.4.4.12 Refabricação

O objectivo é utilizar porções consideráveis de um produto nas gerações futuras desse produto. A refabricação deverá ser tida em conta nas primeiras fases do processo de *design*.

[17] Ver Anexo L – Tabela de Compatibilidade para Plásticos (STEVELS, 2005).

3.4.4.13 Fim-de-vida

Antes de mais, os *designers* devem perceber os motivos pelos quais os utilizadores se desfazem dos produtos e tentarem mitigá-los em projectos futuros. Estes motivos podem ser:

- Avaria - os consumidores podem ver-se livres de um produto porque este já não funciona ou está gasto;
- Procura de novas funcionalidades – o aumento das funcionalidades dos produtos encoraja os consumidores a comprar produtos com mais funcionalidades e mais baratos;
- *Design* antiquado – mudanças no *design* afectam os gostos dos consumidores, tornando obsoleto o *design* dos produtos mais antigos (ROSE *et al*, 2002).

Segundo Stevels (2005), os motivos para se pensar no fim-de-vida dos produtos são:

- Do ponto de vista do cliente/consumidor: preferência por produtos que não lhes causem embaraços, que proporcionem custos baixos no desmantelamento e têm preocupações respeitantes ao lixo e à reciclagem;
- Do ponto de vista das organizações não governamentais: preocupação com a conservação dos recursos e com o controlo de toxicidade;
- A nível legislativo: focagem nos problemas relacionados com o lixo em muitos países, na perspectiva de sustentabilidade em anel fechado e na responsabilidade estendida do produtor.

Hoje em dia, o *design* para o fim-de-vida é possibilitado pelo surgimento de novas tecnologias de processamento, pela melhoria dos materiais secundários, pela reutilização dos componentes e materiais pelos fornecedores, o que facilita o seu retorno. Financeiramente, melhorar a desmontagem é melhorar também a montagem, o que propicia o aparecimento de novos serviços e oportunidades de negócio.

Os quatro pontos de partida do *design* para o fim-de-vida, segundo Stevels (2005), são:

1. O *design* para o ciclo-de-vida tem prioridade; o *design* para o fim-de-vida (DFEOL) é apenas parte dele e deve ser feito conjuntamente;
2. A funcionalidade do produto, a incorporação e a cadeia de valor determinam o espaço de manobra;
3. O problema chave no fim-de-vida é o fluxo de materiais resultantes e não produtos individuais;
4. O controlo do potencial de toxicidade precisa de mais atenção no fim-de-vida.

Antunes (2004) complementa o último ponto referindo que, para minimizar os impactos ambientais associados ao tratamento e destino final, deverão evitar-se as substâncias perigosas quando incineradas ou depositadas em aterro, marcar as substâncias perigosas para permitir a sua remoção do fluxo normal de resíduos e garantir a compatibilidade ambiental (substâncias biodegradáveis ou compostáveis).

Segundo Rose (2002) existem seis características-chave que podem ser usadas para identificar a estratégia mais apropriada para o fim de vida:

1. Vida do produto até ao seu desgaste;
2. Ciclo tecnológico;
3. Nível de integração;
4. Número de partes;

5. Ciclo do *design*;
6. Motivo para o *redesign.*

Karlsson (2006) afirma que a próxima revolução industrial será ambiciosa: não tentará dar conta ou reduzir os desperdícios. O conceito “desperdício”desaparecerá.

4 Legislação

O cumprimento da legislação é uma exigência e um motor para os esforços de melhoria ambiental. Contudo, a legislação não deve ser encarada como a única razão para as actividades “ecológicas”, dado que por si só não irá levar a estratégias inovadoras (SCHISCHKE *et al*, 2005).

Segundo BAM (2008), mais do que as imposições legais, a auto-regulação da indústria – através de compromissos voluntários e unilaterais – pode proporcionar um progresso rápido em termos da adopção de estratégias de EcoDesign (devido à implementação rápida e eficiente a nível de custos) e permite a adaptação flexível e apropriada às opções tecnológicas e sensibilidades do mercado.

Sobre quais os produtos a ter em conta para a adopção de estratégias de EcoDesign, existem alguns critérios de prioridade:

- Volume significativo de vendas do produto dentro da comunidade;
- Impacto ambiental significativo do grupo de produtos dentro da União Europeia, resultante da utilização de energia durante o seu ciclo-de-vida;
- Potencial significativo de melhoramento do grupo de produtos em termos do seu impacto ambiental sem acartar custos excessivos;
- Consumo primário de energia importante:
    - Muito alto – superior a 10,000 PJ/ano;
    - Alto – superior a 1,000 PJ/ano);
- Emissões relacionadas com o consumo primário de energia importante: gases de efeito de estufa, substâncias acidificantes, poluentes orgânicos persistentes, metais pesados, matérias particulares e geração de desperdícios;
- Tempo operativo importante:
    - Muito alto – até 24 horas/dia, três turnos de produção;
    - Alto – períodos de aquecimento ou arrefecimento, cerca de 8 horas/dia;
- Materiais, partes e componentes que contribuam para o consumo de energia ou uma previsão de aumento do consumo de energia na próxima década devido a um mercado em crescimento com ênfase na importância dos impactos ambientais relacionados com o consumo de energia.
- Maiores impactos ambientais considerados por materiais, partes ou componentes responsáveis por outros consumos de recursos e as emissões relacionadas e desperdícios gerados, tais como água utilizada, electrónica, ecrãs, refrigerantes, óleos ou tintas.

Nos últimos anos, a UE tem promovido diversas actividades visando a criação de legislação ambiental, que afecta especialmente a indústria eléctrica e electrónica (SCHISCHKE, 2005). A legislação e as políticas de produto mais importantes são:

- IPP – Integrated Product Policy – Política Integrada de Produto;
- EuP – Energy-using Products – Directiva de Eco-Design de Produtos que consomem Energia[18];
- WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment - Directiva de Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos;
- RoHS – Restriction of the use of certain Hazardous Substances - Directiva que restringe a utilização de determinadas Substâncias Perigosas.

Enquanto a IPP é uma política genérica que define o panorama e a filosofia da legislação Europeia relacionada com produtos, as restantes directivas definem em detalhe os requisitos relevantes para as empresas. A Tabela 3 sumariza o âmbito, o conteúdo principal e a relevância das três directivas para as PMEs do sector eléctrico e electrónico.

Tabela 3 – Sumário da Legislação Europeia (SCHISCHKE *et al*, 2005, p. 6)

	EuP	**WEEE**	**RoHS**
Meta	Optimização de todo o ciclo-de-vida do produto. Consideração dos efeitos ambientais nas fases do ciclo-de-vida.	Melhorar a gestão de fim-de-vida para os equipamentos eléctricos e electrónicos. Implementação da responsabilidade do produtor.	Restrição sobre substâncias perigosas nos equipamentos eléctricos e electrónicos (chumbo, mercúrio, cádmio, crómio VI, PBB, PBDE).
Âmbito e Grupo de Produtos	Em geral: • Produtos que representam um volume significativo de vendas e comércio, envolvendo considerável impacto ambiental e apresentam potencial elevado de melhoramento. Grupos de produtos em discussão para as medidas de implementação: • Equipamento de aquecimento e de aquecimento de água; • Sistemas de motores eléctricos; • Iluminação doméstica e no sector terciário; • Electrodomésticos • Equipamento de escritório; • Electrónica de consumo; • Sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (HVAC).	Grandes e pequenos electrodomésticos: • TI e equipamentos informáticos; • Equipamento de consumo; • Equipamento de iluminação; • Ferramentas eléctricas e electrónicas; • Brinquedos e equipamentos de desporto e lazer; • Aparelhos médicos; • Instrumentos de controlo e monitorização; • Dispensadores automáticos.	Grandes e pequenos electrodomésticos: • TI e equipamentos informáticos • Dispensadores automáticos • Ferramentas eléctricas e electrónicas • Brinquedos e equipamentos de desporto e lazer • Equipamento de consumo • Equipamento de iluminação (Actualmente isentos: aparelhos médicos e instrumentos de controlo e monitorização; ver WEEE)

[18] Ferrão (2005) salienta que o cumprimento das medidas da EuP não deverá prejudicar o desempenho do produto, a saúde e segurança ou os interesses do consumidor.

Estado Actual e Prazos	Directiva Quadro adoptada nos seus princípios pelo Conselho e pelo Parlamento Europeu em Abril de 2005. Para grupos individuais de produtos serão adoptadas directivas específicas, baseadas na EuP. Acordos voluntários pela indústria podem ser considerados em alternativa, sob determinadas condições.	Directiva 2002/96/CE de 27 Janeiro 2003. Publicada no Jornal Oficial a 13 de Fevereiro de 2003. Transposição pelos Estados Membros até 13 Agosto 2005 (em Abril de 2005: a data limite será ultrapassada por muitos Estados Membros). Logística de Retomas estabelecida em Agosto de 2005 (adiada em alguns países). Taxas de reciclagem com metas até 2006.	Directiva 2002/95/CE de 27 Janeiro 2003. Decisão da Comissão 2004/249/CE 11 de Março 2004. Transposição pelos Estados Membros até 13 Agosto 2005 (em Abril de 2005: data limite será ultrapassada por muitos Estados Membros). Restrições entram em efeito a partir de 1 Julho de 2006. Revisão de excepções pela Comissão Europeia em curso.
Requisitos	Definição de um eco-perfil do produto pode ser exigida nas medidas de implementação. Controlo de *design* ou implementação de um sistema de gestão ambiental apropriado. Marca CE requer conformidade com EuP. Requisitos genéricos (“melhoramentos”) e específicos (“valores limite, intervalos”) definidos em Directivas que se seguirão (medidas de implementação).	“Distribuidor” ou ”Produtor” são obrigados a seguir os requisitos não directamente relevantes para os fornecedores (de componentes). Recolha selectiva ≥ 4 kg por habitante por ano com origem doméstica (por país). Taxas específicas de recolha/reciclagem/reutilização por categoria de produto. Produtores financiam a reciclagem. Produtores devem oferecer soluções de retoma apropriadas aos consumidores empresariais (B2B). Produtores são obrigados a submeter para os recicladores toda a informação relevante para a reciclagem apropriada.	Restrições das substâncias RoHS-6 em todos os produtos referidos no âmbito, colocados no mercado depois de 30 Junho de 2006 (determinada excepções são aplicáveis).
Relevância do EcoDesign	EuP implementa a IPP. *Design* de produto tem de ser melhorado tendo em conta todo o ciclo-de-vida do produto.	*Design* de produto não deve esquecer as etapas de desmantelamento, recolha e reutilização (prioridade da reutilização e reciclagem de REE, seus componentes e materiais). Produtos deverão ser concebidos para desmontagem fácil de componentes críticos (PCB’s, baterias, retardadores de chama bromados, etc.). Produtor tem de pagar pela reciclagem, tornando-se assim a reciclabilidade num factor económico.	Conteúdo material do produto tem de ser conhecido, pelo menos no que concerne às substâncias RoHS-6. Necessária comunicação dentro da cadeia de fornecedores para o cumprimento legal. Redução/eliminação de substâncias perigosas.

Mais recentemente, a directiva da União Europeia 2005/32/EC emendada pela directiva 2008/28/CE encoraja a integração do EcoDesign nas pequenas e médias empresas (PMEs),

facilitando o acesso à informação que se relaciona com a sustentabilidade dos seus produtos (BAM, 2008).

5 Sistemas de Gestão Ambiental

No passado, as considerações ambientais estavam confinadas às medidas curativas. Por exemplo, quando se observava poluição num determinado processo, instalava-se um sistema de limpeza para lidar com essa poluição.

O ambiente está a tornar-se cada vez mais um componente maioritário nas estratégias de desenvolvimento das empresas. Estas estão, gradualmente, a adoptar medidas pró-activas tendo como objectivo a Gestão Ambiental.

As primeiras medidas tomadas diziam respeito ao consumo de matérias-primas e aos efluentes das empresas. Mais recentemente, fala-se de abordagem ao «organismo» (ou «fábrica») que cobre geralmente todas as acções levadas a cabo dentro dos limites da empresa ou local de produção. Em complemento à abordagem ao «organismo», tem-se também a abordagem ao «produto», que toma em linha de conta todas as fases do seu ciclo-de-vida (ADEME, 2001).

A Gestão Ambiental foi alvo de uma normalização ao nível internacional:

Tabela 4 – Normalização Internacional (ISO) da Gestão Ambiental (adaptado de ADEME, 2001, p. 2)

	Organismo	**Produto**
Implementação de uma política ambiental	EMS: Linhas-guia (ISO 14004, 14061)	Integrar os aspectos ambientais no *design* e desenvolvimento (XP ISO/TR 14062, 2002)
Demonstração	EMS: Especificações (ISO 14001)	Rotulagem ambiental (Série ISO 14020)
Ferramentas de Avaliação	Avaliação ambiental (Série ISO 14010)	Análise do ciclo-de-vida (Série ISO 14040)
	Avaliação do desempenho ambiental (Série ISO 14030)	
Terminologia	Vocabulário (ISO 14050)	

De acordo com o EMAS (*Environmental Management and Audit Scheme*) ou ISO 14001, os sistemas de gestão ambiental estabelecem tradicionalmente a ênfase em medidas de produção mais limpas. Contudo, existem sobreposições com o EcoDesign. Assim, um sistema de gestão ambiental é um ponto de partida apropriado para se iniciar o EcoDesign de produtos.

Para tornar o desempenho ambiental de uma empresa comparável ao longo do tempo, foram desenvolvidos indicadores-chave com base em alguma "unidade de produção". Alguns exemplos de indicadores-chave podem ser:

- Consumo de energia;

- Consumo específico de químicos;
- Geração de resíduos perigosos;
- Etc.

Dispondo dos indicadores, pode estabelecer-se um *benchmark* de produtos. De forma a melhorá-los, podem ser estabelecidas metas dentro do próprio sistema de gestão ambiental e este é também um primeiro passo na procura de melhoramentos ao nível do produto e do EcoDesign. Contudo, deverá referir-se que este conjunto de indicadores baseados em unidades de produção não considera a perspectiva de ciclo-de-vida (SCHISCHKE *et al*, 2005).

A norma ISO/TR 14062:2002 providencia conceitos e práticas actuais relacionadas com a integração de aspectos ambientais na concepção e desenvolvimento do produto e tem como objectivo a melhoria do desempenho ambiental desses mesmos produtos (FERRÃO, 2005).

Schischke (2005), adaptando as recomendações da norma ISO/TR 14062:2002, sumariza as etapas do processo de *design* e a selecção das medidas apropriadas para o EcoDesign, que se encontram presentes na Tabela 5.

Tabela 5 – Processo de desenvolvimento do produto e actividades de EcoDesign relacionadas (adaptado de SCHISCHKE *et al*, 2005)

Etapa	**Actividades de EcoDesign**
1 – Planeamento	• Clarificar: qual é a ideia do produto? • Quais as prioridades (económicas, tecnológicas, ecológicas) para o produto? • Trata-se de um produto totalmente novo ou um melhoramento de um produto já existente (neste caso a geração anterior pode servir como referência) • Qual a estratégia ambiental global da empresa? • *Status quo*: em que actividades de EcoDesign se pode basear? Ver elos de ligação com Sistemas de Gestão Ambiental • Considerar o ambiente de negócio: necessidades de cliente/mercado, legislação, rótulos ecológicos, nichos de mercado, produtos competidores, etc.
2 – Conceptualização	• Integrar os aspectos de EcoDesign na definição das especificações (critérios rígidos ou flexíveis) • Avaliar a viabilidade (tecnológica e financeira) • Aplicar linhas-guia, listas de verificação, etc., na refinação das especificações • Comunicar com a cadeia de fornecedores
3 – *Design* detalhado	• Aplicar ferramentas de EcoDesign e bases de dados relacionadas • Descobrir alternativas para os materiais problemáticos • Desenvolver cenários de ciclo-de-vida para uma melhor compreensão do produto • Fazer *design* para montagem/desmontagem
4 – Teste/Protótipo	• Efectuar um *benchmark* com a geração de produtos anterior • Os objectivos foram alcançados?

5 – Lançamento no mercado	• Comunicar a excelência ambiental do produto • Comunicar características relacionadas: qualidade, custos de ciclo-de-vida • Despertar a consciência nos consumidores
6 – Revisão do produto	• Avaliar o sucesso do produto (que argumentos são realmente valorizados pelo consumidor?) • Identificar novos desenvolvimentos para a próxima geração de produtos • Que inovações se seguem (internamente e no mercado)? • O que estão os competidores a fazer?

6 Metodologias e Ferramentas de EcoDesign

Citando Roozenburg e Eckels, Tingström (2006) afirma que o desenvolvimento de um novo produto é um processo não repetível. É difícil provar o efeito de um processo de desenvolvimento de produto de uma forma matemática, pois este é bastante complicado e complexo, com muitos tipos de factores influenciadores (ver Figura 8).

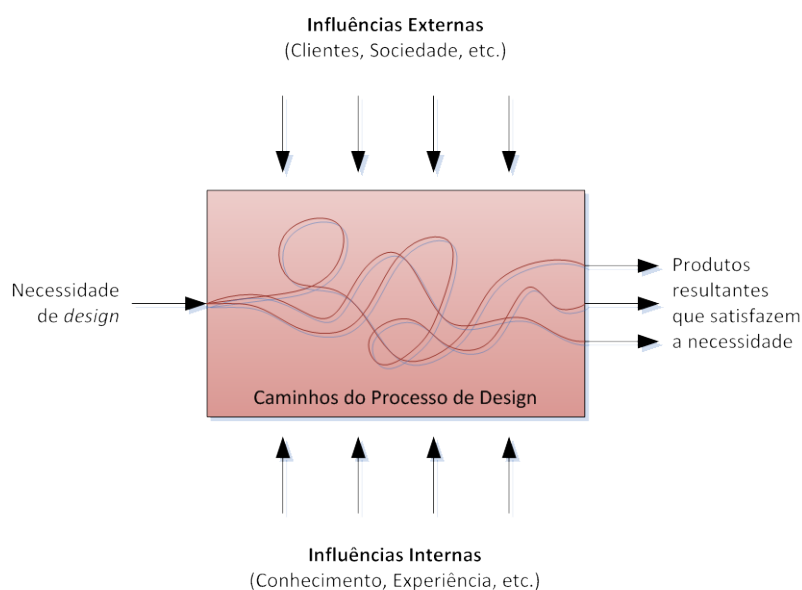



Figura 8 – A característica caótica e estocástica do caminho de desenvolvimento do produto (adaptado de TINGSTRÖM *et al*, 2006, p. 1411)

O processo de *design* é influenciado por muitos mais factores do que o critério de *design*, sendo influenciado pelo conhecimento, por compromissos e também por *serendipities*[19].

É um desafio fazer investigação sobre a efectividade de métodos de *design* porque os resultados são muito difíceis de verificar e de validar empiricamente. O desafio ainda é maior quando se trata de avaliar os resultados da introdução de um método de EcoDesign.

Segundo a ADEME (2001), não existe uma ferramenta universal para fazer EcoDesign mas uma panóplia de métodos e ferramentas. O que existe de comum em todos esses métodos e ferramentas é um conjunto de princípios base:

- Definir o objectivo da abordagem – melhorar um produto existente ou desenhar um novo produto;

[19] Faculdade de fazer descobertas afortunadas ao acaso.

- Ter em conta o ciclo de vida – poderá ser um serviço fornecido pelo produto, quantificá-lo, identificar os estágios do ciclo de vida;
- Identificar as fontes de impacto – fluxos *in* e *out*, quantificar os impactos no ambiente;
- Sugerir melhoramentos – Apontar os factores que geram os principais impactos, sugerir possíveis melhoramentos para mitigá-los.

Relativamente a abordagens, existem duas possíveis:

- Aproximação exaustiva:
  - Avaliação global que examina todo o ciclo-de-vida de um produto e todas as formas de impacto ambiental;
  - Procura de opções de *design* que reduzam o impacto dos principais problemas ambientais;
  - Validação dos melhoramentos propostos, assegurando que estes não criam ou pioram outras formas de impacto ambiental.
- Aproximação selectiva:
  - Procura de opções de *design* que reduzam o impacto de um ou de vários problemas ambientais previamente identificados;
  - Validação dos melhoramentos propostos, assegurando que estes não criam ou pioram outras formas de impacto ambiental.

Estas duas abordagens são baseadas em métodos de investigação (ver Figura 9) ou ferramentas práticas.

Figura 9 – Métodos de investigação em EcoDesign (adaptado de ADEME, 2001, p. 8)

As ferramentas práticas (listas de verificação, *software*, etc.) têm a vantagem de serem amigas do utilizador[20] e rápidas. Contudo, o *design* inicial destas ferramentas requer técnicas específicas. Para serem precisas e dignas de confiança, estas ferramentas devem ser baseadas em métodos de investigação que tornem possível a quantificação dos melhoramentos ambientais. Karlsson (2006) vai de encontro a esta ideia, dizendo que as metodologias de EcoDesign deverão promover uma espiral de conhecimento mais efectiva e devem estar interligadas com o desenvolvimento do conhecimento científico. Todas as ferramentas podem ser complementadas com outras ferramentas e métodos para se atingirem os objectivos

[20] As ferramentas de EcoDesign têm de ser feitas para os *designers* do produto e para as situações concretas do desenvolvimento do produto: devem ajudar a clarificar as relações com as considerações ambientais (KARLSSON *et al*, 2006).

propostos (BYGGETH *et al*, 2006). Curiosamente, há falta de investigação em como ferramentas diferentes possam ser utilizadas juntamente no processo de desenvolvimento do produto (TINGSTRÖM *et al*, 2006).

Kurk (2008) aconselha as empresas a escolherem a ferramenta de EcoDesign que melhor se encaixe na cultura e sistema da empresa.

Segundo Karlsson (2006), as ferramentas de EcoDesign não são tão importantes como as especificações e a estipulação de objectivos numa primeira fase do desenvolvimento do produto.

Ashby (2008) descreve três passos para guiar o EcoDesign:

1. Procurar um método que combine um custo aceitável com a acuidade adequada de modo a apoiar a decisão: ferramentas de *design*;
2. Procurar uma só medida de *stress:* energia ou CO_2, por exemplo[21];
3. Separar as fases do ciclo-de-vida do produto: materiais, produção, uso, fim-de-vida.

6.1 As dez regras de ouro

Luttropp (2006) desenvolveu este conceito que não é mais do que um conjunto de linhas guia generalizadas, que foram sintetizadas a partir daquelas utilizadas tanto nas empresas como academicamente.

As dez regras de ouro são uma rápida e fácil introdução ao EcoDesign.

- UM: Não usar substâncias tóxicas e utilizar ciclos fechados para os que são tóxicos mas necessários;
- DOIS: Minimizar o consumo energético e de recursos na fase de produção e transporte através do melhoramento da logística da empresa;
- TRÊS: Usar atributos estruturais e materiais de alta qualidade para minimizar o peso dos produtos, se as escolhas não interferirem com a necessária flexibilidade, força de impacto ou outras prioridades funcionais;
- QUATRO: Minimizar o consumo energético e de recursos na fase de utilização, especialmente para produtos com os aspectos mais significativos na fase de utilização;
- CINCO: Promover a reparação e o *upgrade* especialmente para produtos dependentes de sistemas (telemóveis, computadores, etc.);
- SEIS: Promover a longevidade, especialmente para produtos com aspectos ambientais significantes fora da fase de utilização;
- SETE: Investir em melhores materiais, tratamento de superfícies ou arranjos estruturais para proteger os produtos da sujidade, corrosão e desgaste, assegurando desta forma manutenção reduzida e maior longevidade do produto;
- OITO: Preparar o *upgrade*, a reparação e a reciclagem com a facilidade de acesso, etiquetagem, módulos, pontos de quebra e manuais;
- NOVE: Promover o *upgrade* a reparação e a reciclagem utilizando poucos materiais, simples, não misturados e sem ligas;

[21] Porquê Energia ou CO_2? Primeiramente são quantificadores práticos: estão relacionados e são bem compreendidos pelos consumidores; o protocolo de Kyoto (assinado em 1997) trata especificamente dos gases com efeito de estufa; as directivas da União Europeia também contemplam estes quantificadores (ASHBY *et al*, 2008).

- DEZ: Usar o menor número de elementos de ligação possível e usar parafusos, adesivos, soldas, encaixes e apertos geométricos de acordo com o cenário de ciclo-de-vida.

6.2 Avaliação do Ciclo-de-Vida

O termo Avaliação do Ciclo-de-Vida (ACV) ou em inglês *Life Cicle Assessment* (LCA) foi utilizado primeiramente nos EUA em 1990, decorrendo de estudos prévios com origem em 1970 mas que eram designados de "Resource and Environmental Profile Analisys (REPA).

A ACV é uma abordagem avançada (FERRÃO, 2005), dado que todos os recursos e emissões são determinados, principalmente de forma quantitativa ao longo de todo o ciclo-de-vida (FERREIRA, 2004). Trata-se de uma compilação e avaliação dos *inputs*, *outputs* e os potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo-de-vida (FERREIRA, 2004; FERRÃO, 2005). É com base nestes dados que os impactos nos recursos naturais, no ambiente e na saúde humana são avaliados (FERREIRA, 2004).

Segundo Ashby (2008), os *outputs* típicos (*stresses* ambientais) de uma ACV e que normalmente dão origem a um indicador ecológico, são:

- Consumo de recursos;
- Consumo de energia ao longo da vida;
- Consumo de água;
- Emissão de CO_2, NO_x, SO_x, etc;
- Partículas;
- Resíduos tóxicos;
- Acidificação;
- Destruição da camada de ozono.

O processo ACV é uma abordagem sistemática composta por quatro fases (ver Figura 10):

- Definição de objectivos e âmbito do estudo – definir e descrever o produto, processo ou actividade, estabelecer o contexto da avaliação e identificar os limites e efeitos ambientais a serem revistos. Segundo a norma ISO 14040, "o objectivo de um estudo ACV deve expor, de forma não ambígua, a aplicação planeada, as razões para levar a cabo o estudo e a audiência pretendida, i.e., a quem irão ser comunicados os resultados do estudo".
- Análise de inventário – identificar e quantificar a energia, água e materiais utilizados e descargas ambientais (emissões para o ar, deposição de resíduos sólidos, descargas de efluentes líquidos).
- Análise de impacto – identificar os efeitos humanos e ecológicos que advêm da utilização de energia, água e materiais e das descargas ambientais identificadas na análise de inventário.
- Interpretação dos resultados – segundo a norma ISO 14043:2000, é um procedimento iterativo e sistemático que tem como objectivo identificar, qualificar, verificar, analisar os resultados, chegar a conclusões, esclarecer limitações, sugerir recomendações baseadas nas descobertas das fases precedentes no estudo ACV e relatar os resultados da interpretação do ciclo de vida dum modo transparente em ordem a encontrar os requisitos da aplicação como descrito nos objectivos e âmbito do estudo.

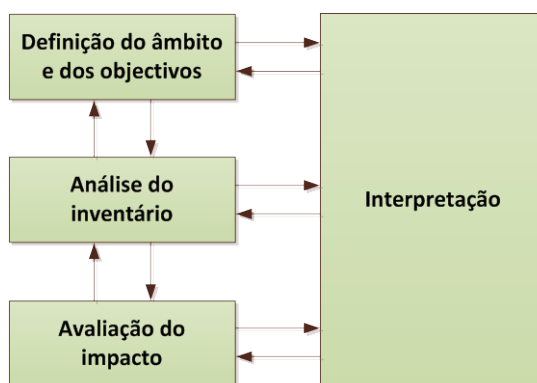



Figura 10 – Esquema de uma ACV (adaptado de TINGSTRÖM *et al*, 2006, p. 1413)

A ACV é uma ferramenta para melhor informar os decisores e deve ser associada a outros critérios de decisão, como a análise de custos e de desempenho para que se tome uma decisão equilibrada (FERREIRA, 2004).

6.2.1 Vantagens

Ferreira (2004) enuncia as seguintes vantagens de uma ACV:

- Possibilita uma compreensão dos impactos ambientais e na saúde humana, que tradicionalmente não dão considerados quando se selecciona um produto ou um processo. Esta informação valiosa prevê uma forma de considerar todos os impactos das decisões, especialmente aquelas que ocorrem fora do sítio em que são directamente influenciadas pela selecção de um produto ou processo.
- É uma forma de se desenvolver uma avaliação sistemática das consequências ambientais associadas a um produto;
- Permite analisar os balanços (ganhos e perdas) ambientais associados com um ou mais produtos e compará-los;
- Quantifica as descargas ambientais para o ar, água e solo para cada estágio do ciclo de vida;
- Avalia os efeitos humanos e ecológicos do consumo de materiais e de descargas ambientais;

Tingström (2006) acrescenta:

- Revela fluxos de materiais e de energia a montante e a jusante que pode não ser visto por outros métodos;
- Dá suporte à decisão para novas e efectivas formas de preencher as necessidades humanas com o menor impacto ambiental;
- Pode servir de base para listas de verificação e linhas guia;
- Pode servir de base para aprender e dialogar acerca da importância relativa de diferentes aspectos ambientais;
- O resultado é baseado numa análise transparente e medidas objectivas;
- É possível comunicar os resultados fora da empresa;

6.2.2 Desvantagens

Embora a ACV seja uma boa ferramenta de análise do desempenho ambiental dos produtos e seja amplamente usada pelos *designers*, é um processo moroso e caro (BAAYEN *et al*, 2000;

FERREIRA, 2004; FERRÃO, 2005; TINGSTRÖM *et al*, 2006; ASHBY *et al*, 2008). É bastante abrangente e detalhada (FERRÃO, 2005; ASHBY *et al*, 2008; KURK *et al*, 2008), exigindo quantidades muito elevadas de informação acerca do ciclo-de-vida dos produtos (FERREIRA, 2004; FERRÃO, 2005; TINGSTRÖM *et al*, 2006), não sendo, por isso, aconselhada para os principiantes em EcoDesign. Devido a estas dificuldades, a directiva EuP da União Europeia não exige a realização de ACV dos produtos (FERRÃO, 2005).

Na maior parte dos casos, os resultados de uma ACV não são suficientemente explícitos relativamente às alternativas ao nível dos materiais e do *design*. Por este motivo, os resultados devem ser convenientemente interpretados e ponderados (BAAYEN *et al*, 2000). Além disso, a ACV é uma ferramenta para avaliar produtos e não propriamente uma ferramenta de *design* (ASHBY, 2008).

Tingström (2006) acrescenta mais alguns pontos a esta lista:

- Falta ou pouca qualidade dos dados: por isso a maior parte das actividades da ACV são baseadas em pequenas séries de medidas, cálculos teóricos e estimativas;
- Não é geralmente aceite nenhum método de ponderação para os impactos;
- Falta de dados de ACV comparáveis e fiáveis;
- Dificuldade de definição das fronteiras do sistema de um produto de uma forma consistente

6.3 Análise do Efeito Sobre o Ambiente

Tingström (2006) propõe uma metodologia denominada *Environmental Effect Analysis* (EEA) – análise do efeito sobre o ambiente que foi desenvolvida para auxiliar as equipas de desenvolvimento do produto na avaliação rápida e efectiva de problemas ambientais, clarificando as suas metas e objectivos. É um método qualitativo que pode ser usado cedo no processo de desenvolvimento uma vez que não requer dados quantitativos detalhados.

Baseando-se nos requerimentos ambientais das leis, directivas e *inputs* dos interessados, a EEA recorre a diálogos com a equipa, com o objectivo de tornar efectivo o uso do conhecimento disponível.

O princípio básico é listar todas as actividades consideradas como tendo uma influência ambiental significativa e para cada uma delas, julgar a quantidade e seriedade de cada aspecto e sugerir formas de introduzir melhoramentos que reduzam o impacto ambiental dos produtos.

O resultado de se fazer uma EEA antes da ACV no processo de desenvolvimento do produto está em linha com a utilização de outras ferramentas para a eliminação de conceitos. Quando os conceitos são eliminados, são frequentemente usadas duas ferramentas: a verificação que elimina a maioria e a pontuação para fazer uma análise mais precisa.

6.3.1 Vantagens

Baseada numa metodologia que é familiar a muitos *designers* em numerosas empresas, a análise é iniciada usando o conhecimento disponível dentro da equipa, podendo ser usado nas fases iniciais do processo de desenvolvimento do produto. Consome menos tempo do que uma ACV completa e é uma ferramenta para a criação de uma equipa interdepartamental.

Além disso, tendo por base requisitos ambientais, é relativamente fácil encontrar dados.

6.3.2 Desvantagens

- Até agora não é amplamente reconhecida ou normalizada como um método de avaliação ambiental;
- Não se relaciona com a análise de sistemas ou com dados das ciências naturais;
- A ambição tende a ficar limitada aos dados que estão disponíveis;
- Os resultados não são indicados para comunicar para fora da empresa;
- Não dá respostas quantitativas;
- Não podem ser comparados dois ou mais sistemas técnicos;

6.4 Listas de Verificação

As ferramentas básicas para o EcoDesign são as listas de verificação (ou *checklists*). Estas indicam os aspectos em que o *designer* se deve centrar e o que fazer; ajudam a começar a pensar sobre determinados aspectos ambientais e a não esquecer o mais importante. As verificações repetidas podem também constituir um guia para melhorias.

Algumas das questões apresentadas podem parecer simples, mas conduzem às bases dos produtos ambientalmente correctos. Essas questões podem ser:

- O produto possui aplicações de poupança de energia?
- Motiva o consumidor para reduzir o *stand-by* desnecessário?
- As características de poupança de energia são as mais recentes no mercado e são fáceis de usar?

A arte do EcoDesign, por trás destas questões, reside em não as responder apenas com um "sim" ou um "não", mas começar a pensar em cada "não" e em como começar a convertê-lo num "sim" (SCHISCHKE *et al*, 2005).

Ferrão (2005) deixa um exemplo sobre a utilização de um produto (ver Figura 11).

Figura 11 – Exemplo de uma lista de verificação sobre a utilização de um produto (adaptado de FERRÃO, 2005, p.99)

6.5 Linhas Guia

As linhas guia não são mais do que um conjunto de ideias que servem para orientar o desenvolvimento do produto.

Ferrão (2005), citando Rodrigo *et al* (2002), apresenta um exemplo de linhas guia com a ênfase na eficiência energética:

- Incorporar no equipamento uma função de poupança automática de energia;
- Incorporar fontes de alimentação com interruptores;
- Reduzir o número de componentes e peças (se for de encontro a um aumento da eficiência energética);
- Pressionar e motivar os seus fornecedores para conceberem e produzirem componentes energeticamente mais eficientes;
- Seleccionar componentes e peças com baixo consumo de energia;
- Etc.

6.6 Listas de Materiais

Uma forma de incorporar as considerações ambientais no desenvolvimento do produto é especificar a informação ambiental relevante na mesma forma de documentos que outras formas de informação sobre o *design* (TINGSTRÖM *et al*, 2006). São exemplos as listas brancas, cinzentas e negras (LUTTROPP *et al*, 2006; TINGSTRÖM *et al*, 2006). A lista branca compreende os substitutos adequados para os materiais questionáveis em termos ambientais, a lista cinzenta inclui os materiais que devem ser evitados ou ter utilização limitada, quando for absolutamente necessário e a lista negra contém as substâncias não permitidas. Estas listas podem ser utilizadas pelos *designers* e servem também de ponte no diálogo com os fornecedores (TINGSTRÖM *et al*, 2006).

6.7 Declaração de Materiais

As questões relacionadas com o conteúdo material do produto contribuem para entender o quanto se conhece realmente do produto. Conhecer melhor o produto é a base para a qualidade do processo de pesquisa e para identificar e implementar melhoramentos no produto. As declarações de materiais estão, por isso, a tornar-se um requisito mínimo da cadeia de fornecedores.

Segundo Ferrão (2005), existem diversos níveis de declarações de materiais:

1. Lista Negativa: Declaração em como determinada substância não está contida;
2. Lista Positiva: Declaração material quantitativa para uma dada lista de materiais ou substâncias;
3. Lista Positiva e outros materiais em quantidades significativas: Declaração material quantitativa para uma dada lista de materiais ou substâncias acrescida da declaração de todos os materiais que excedem um limite determinado (por exemplo, 1%);
4. Declaração 100%: declaração de todos os materiais ou substâncias contidos;

Todas as empresas do sector eléctrico e electrónico que fornecem OEMs têm de (ou estão em vias de) apresentar as declarações de material dos seus respectivos produtos/componentes. Manter bases de dados com os materiais, tendo em vista o preenchimento das declarações de material, é uma vantagem no aproveitamento deste tipo de recursos para a empresa,

nomeadamente para as PMEs. Uma estratégia inteligente usa estas bases de dados de materiais como base para o EcoDesign e assim permite alguns efeitos sinergéticos importantes. Do mesmo modo, as PMEs que estão mais preparadas irão beneficiar da implementação pró-activa da gestão das declarações de material, na medida em que terão maior capacidade de cumprir os requisitos vindouros (SCHISCHKE *et al*, 2005).

6.8 Matriz MET

Uma abordagem diferente, que mapeia as relações entre as diferentes fases do ciclo de vida, os aspectos ambientais e outras questões relacionados com as empresas, é a matriz MET, desenvolvida por H. Brezet *et al*. Consiste numa tabela com as fases do ciclo-de-vida: produção e distribuição de materiais e componentes, fabrico do produto final, distribuição para os clientes, utilização e fim-de-vida o produto. Para cada uma destas fases é atribuída a informação relativa ao ciclo material (M), ao consumo de energia (E) e às emissões tóxicas (T). Assim que os aspectos ambientais das alternativas de *design* do produto forem avaliados desta forma, é importante relacionar os seus resultados com os outros aspectos elementares, como os benefícios para os consumidores ou para a empresa ou os aspectos técnicos, sociais e financeiros (SCHISCHKE *et al*, 2005).

Tabela 6 – Exemplo de uma Matriz MET (adaptado de FERRÃO, 2005, p.120)

	Ciclo Material (M)	Consumo de Energia (E)	Emissões Tóxicas (T)
Produção e fornecimento de materiais e componentes	• **Materiais e componentes necessários** • **Aquisição de matérias-primas**	• **Consumo de energia na extracção de matérias-primas** • **Transporte**	• **Resíduos tóxicos gerados na obtenção de matérias-primas**
Fabrico do produto final	• **Materiais/substâncias auxiliares**	• **Consumo de energia nos processos de produção**	• **Resíduos tóxicos resultantes da produção** • **Resíduos**
Distribuição aos clientes	• **Transporte, embalagem (primária e secundária)**	• **Consumo de energia no embalamento do produto** • **Transportes**	• **Resíduos de embalagens** • **Emissões resultantes do transporte**
Utilização do produto	• **Tipo, quantidade de consumíveis** • **Materiais auxiliares**	• **Consumo de energia na utilização do produto**	• **Resíduos de peças de substituição e consumíveis**
Fim de vida do produto	• **Utilização de matérias-primas e materiais auxiliares no tratamento**	• **Consumo de energia nos processos de reciclagem/ eliminação**	• **Resíduos tóxicos (produto)** • **Reciclagem** • **Aterro**

6.9 Ecoeficiência

A maior parte das metodologias (ACV, Matriz MET, etc.) focam-se principalmente nos aspectos ambientais do produto (PARK *et al*, 2008). No entanto, melhorar um produto significa maximizar o valor do produto e minimizar o impacto ambiental. A ecoeficiência, ferramenta para a avaliação de alternativas de EcoDesign, pode ser usada em alguns casos para identificar aspectos-chave do EcoDesign. Como vantagem tem o facto levar em linha de

conta, ao mesmo tempo, o valor do produto e o seu impacto ambiental. Para conseguir isto, houve que definir dois tipos de ecoeficiência:

- Ecoeficiência baseada no produtor (PBEE)
- Ecoeficiência baseada no consumidor (CBEE)

As duas definições emanam do conceito de que o valor do produto é o rácio entre a sua utilidade e o seu custo.

Para quantificar o valor dos produtos para o produtor e para o consumidor, são utilizados os seguintes dados:

- O valor do produto para o produtor, que é uma função do seu custo de fabrico e de vários atributos relacionados com a qualidade final do produto;
- O valor do produto para o consumidor, que é uma função do seu custo de aquisição e de vários atributos relacionados com a satisfação do consumidor.

Para quantificar o impacto ambiental dos produtos, é utilizada uma ACV.

6.9.1 Metodologia

Park (2008) propõe esta metodologia para determinar a ecoeficiência:

- Valor do produto para o produtor e para o consumidor:
  - Definir o valor do produto na base do contexto em que o produto é utilizado ou consumido em vez dos atributos objectivos do produto em si;
  - Para o produtor, o valor do produto pode ser definido como o rácio qualidade/custo;
  - Para o consumidor, o valor do produto pode ser definido como o maior grau de satisfação do consumidor atingido ao mais baixo custo.
- Quantificação do impacto ambiental:
  - Avaliação do ciclo-de-vida:
    - Definição de objectivos (ISO);
    - Análise do inventário do ciclo de vida (ISO);
    - Avaliação do impacto do ciclo-de-vida utilizando o LIME (*Life cycle impact assessment method based on endpoint modeling*):
      - Caracterização – produz um indicador para cada categoria de impacto (aquecimento global, destruição da camada de ozono, etc.);
      - Avaliação dos prejuízos – saúde humana, biodiversidade, aspectos sociais, etc.;
      - Ponderação – atribui pesos a cada um dos factores de forma a dar um único valor;
    - Interpretação do ciclo-de-vida.
- Cálculo do PBEE e do CBEE:
  - PBEE – $(qualidade\ do\ produto/custo)/LIME$ – identificam-se os aspectos-chave de um produto, relacionados com a qualidade e com o impacto ambiental.
  - CBEE – $(satisfação\ do\ consumidor/preço)/LIME$ - identificam-se os aspectos-chave de um produto, relacionados com a satisfação do consumidor e com o impacto ambiental.

Os aspectos-chave podem ser depois utilizados na fase de *design* de um novo produto.

6.10 EuP EcoReport

É uma metodologia desenvolvida pela empresa VHK (Van Holsteijn en Kemna BV) para a Comissão Europeia que permite avaliar se os produtos que consomem energia (EuP) preenchem determinados critérios que os tornam elegíveis para implementarem medidas sob a directiva 2005/32/EC de EcoDesign para EuPs. Os critérios estão definidos no Artigo 15 da Directiva.

Para facilitar a análise dos impactos ambientais, a VHK desenvolveu uma folha de cálculo Microsoft Excel. Essa folha, denominada "EuP EcoReport", utiliza três páginas:

- *Input worksheet* – introduzem-se os parâmetros de entrada como a lista de materiais, energia e outros recursos utilizados durante a vida do produto e também alguns parâmetros-chave para a produção, distribuição e fim-de-vida;
- *Output worksheet* – apresenta os parâmetros de saída. Utilizando indicadores, a folha de cálculo gera os impactos ambientais para os quatro estágios da vida dos produtos. Estes impactos são depois sumarizados sob a forma de tabelas;
- *Raw worksheet* – os parâmetros de saída para cada parâmetro de entrada singular são especificados nesta página.

A *Input worksheet* e a *Output worksheet* podem ser utilizadas para calcular o produto médio – o chamado caso base – mas também podem ser utilizadas para calcularem várias opções de *design*. Com cada variação do *design*, o perfil económico e ambiental mudará. Pela comparação das várias alternativas, é possível estabelecer um *ranking* das opções (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.1 Parâmetros de Entrada (*Input worksheet*)

Os parâmetros de entrada começam com uma secção de 200 linhas reservada para a lista de materiais (ver Figura 12). A descrição e o peso em gramas de cada componente são preenchidos manualmente. Para a selecção de um material ou processo, primeiro tem de se escolher uma categoria. Na secção da lista de materiais, o peso de cada componente é multiplicado pelos indicadores ambientais unitários presentes na *Raw worksheet*. Os pesos dos materiais também são somados automaticamente por categorias (*Ferro*, *Non-ferro*, *Bulk Plastics*, etc.) e os parâmetros somados são preparados para as fases de produção, distribuição e fim-de-vida.

Figura 12 – EuP EcoReport: Materials Extraction & Production (KEMNA *et al*, 2005, p. 101-102)

A secção seguinte descreve a produção de componentes metálicos e plásticos (ver Figura 13). A maior parte dos impactos são fixos e obtidos a partir da ponderação de pesos. Os pesos específicos por processo são calculados automaticamente a partir da lista de materiais. A única variável que pode ser editada é a percentagem de sucata de chapa metálica (*sheetmetal scrap*), sendo 25% o seu valor por omissão.

Pos nr	MANUFACTURING Description	Weight in g	Percentage Adjust	Category index (fixed)
201	**OEM Plastics Manufacturing** (fixed)	0		20
202	**Foundries Fe/Cu/Zn** (fixed)	0		34
203	**Foundries Al/Mg** (fixed)	0		35
204	**Sheetmetal Manufacturing** (fixed)	0		36
205	**PWB Manufacturing** (fixed)	0		53
206	**Other materials** (Manufacturing already included)	0		
207	**Sheetmetal Scrap** (Please adjust percentage only)	0	25%	37

Figura 13 – EuP EcoReport: Manufacturing (KEMNA *et al*, 2005, p. 102)

A secção de Montagem Final e Distribuição (ver Figura 14) cobre todas as actividades dos componentes desde o produtor até ao consumidor final. O único parâmetro disponível de *design* é o volume final do produto embalado mas o impacto também depende do tipo de produto, definido por duas variáveis Booleanas.

Pos nr	DISTRIBUTION (incl. Final Assembly) Description		Answer	Category index (fixed)	
208	Is it an ICT or Consumer Electronics product <15 kg ?		NO	59	0
209	Is it an installed appliance (e.g. boiler)?		NO	60	1
				62	1
210	Volume of packaged final product in m^3	in m3		63	0
				64	1

Figura 14 – EuP EcoReport: Distribution (incl. Final Assembly) (KEMNA *et al*, 2005, p. 102)

Para a fase de uso (ver Figura 15), tem de ser introduzida a vida média do produto. Depois disso, a subsecção "Electricidade" possibilita a introdução optativa de três tipos de consumo: ligado (*on*), desligado (*off*) e em espera (*standby*). A energia por utilização é dada ao ano. Os cálculos somam simplesmente os gastos energéticos dos três tipos de consumo e multiplica-os pela vida do produto (em anos).

O consumo de calor aplica-se a instalações de combustão fixa que utilizem combustíveis fósseis e, mais especificamente, caldeiras de aquecimento central. Requer que a introdução do calor médio gerado seja feita em kW, bem como o número de horas que a instalação fornece esse calor. Sob o cabeçalho "Tipo e Eficiência", são apresentados geradores padrão de calor com diferentes eficiências.

De seguida, o utilizador poderá preencher, em quilogramas, o consumo anual de água, detergente, tinteiros, papel, etc. Para além da água, a folha de cálculo só permite a introdução de três tipos de consumíveis a partir de uma lista pré-definida.

A última subsecção trata da distância percorrida durante as manutenções e reparações onde o número de quilómetros percorridos durante a vida do produto necessita de ser estimado.

A linha seguinte – que não pode ser editada – presume que as partes sobressalentes correspondem a 1% do total da lista de materiais.

Pos nr	USE PHASE Description		unit	Subtotals
211	Product Life in years	1	years	
	Electricity			
212	On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc.	0	kWh	0
213	On-mode: No. Of hours, cycles, settings, etc. / year	0	#	
214	Standby-mode: Consumption per hour	0	kWh	0
215	Standby-mode: No. Of hours / year	0	#	
216	Off-mode: Consumption per hour	0	kWh	0
217	Off-mode: No. Of hours / year	0	#	
	TOTAL over Product Life	0,00	MWh (=000 kWh	65
	Heat			
218	Avg. Heat Power Output	0	kW	
219	No. Of hours / year	0	hrs.	
220	Type and efficiency (Click & select)			85-not applicable
	TOTAL over Product Life	0,00	GJ	
	Consumables (excl. spare parts)			material
221	Water	0	m^3/year	83-Water per m3
222	Auxilliary material 1 (Click & select)	0	kg/ year	85-None
223	Auxilliary material 2 (Click & select)	0	kg/ year	85-None
224	Auxilliary material 3 (Click & select)	0	kg/ year	85-None
	Maintenance, Repairs, Service			
225	No. of km over Product-Life	0	km / Product Life	86
226	Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.)	0	g	

Figura 15 – EuP EcoReport: Use Phase (KEMNA *et al*, 2005, p. 103)

A última parte lida com os aspectos do fim-de-vida do produto e alguns casos especiais como as fugas de líquidos refrigerantes ou de mercúrio (ver Figura 16). Os líquidos refrigerantes podem ser seleccionados a partir de uma lista dada.

A subsecção dos custos ambientais tem unicamente uma variável editável, que determina a quantidade de material que segue para aterro. O valor por omissão é 5%. Os outros dois parâmetros não podem ser alterados.

A subsecção seguinte questiona sobre as fracções do peso dos plásticos reutilizados, materiais reciclados e recuperação térmica. Existem valores por omissão que podem ser alterados. A pergunta seguinte trata da facilidade com que se desmontam as placas de circuitos impressos, para que possam seguir uma reciclagem específica. Finalmente, a última linha indica que o

rácio de reciclagem para metais e vidros de televisão é de 95%. Isto pode ser alterado indirectamente alterando a percentagem que vai para aterro.

Pos nr	DISPOSAL & RECYCLING Description		unit	Subtotals
	Substances released during Product Life and Landfill			
227	Refrigerant in the product (Click & select)	0	g	1-none
228	Percentage of fugitive & dumped refrigerant	0%		
229	Mercury (Hg) in the product	0	g Hg	
230	Percentage of fugitive & dumped mercury	0%		
	Disposal: Environmental Costs perkg final product			
231	Landfill (fraction products not recovered) in g en %	0	5%	88-fixed
232	Incineration (plastics & PWB not re-used/recycled)	0	g	91-fixed
233	Plastics: Re-use & Recycling ("cost"-side)	0	g	92-fixed
	Re-use, Recycling Benefit	in g	% of plastics fraction	
234	Plastics: Re-use, Closed Loop Recycling (please edit%)	0	1%	4
235	Plastics: Materials Recycling (please edit% only)	0	9%	4
236	Plastics: Thermal Recycling (please edit% only)	0	90%	72
237	Electronics: PWB Easy to Disassemble ? (Click&select)	0	YES	98
238	Metals & TV Glass & Misc. (95% Recycling)	0		fixed

Figura 16 – EuP EcoReport: Disposal & Recycling (KEMNA *et al*, 2005, p. 104)

Depois de introduzidos todos os parâmetros de entrada que irão ser utilizados no cálculo dos impactos ambientais, existe uma pequena secção que permite o cálculo dos custos totais para a União Europeia e para o ciclo-de-vida (Figura 17). A vida do produto (em anos) é derivada da secção ambiental. De seguida, têm de ser introduzidas as vendas anuais totais na União Europeia bem como o *stock* instalado em milhões de unidades. Segue-se uma secção que pergunta pelo preço médio do produto e, se aplicável, os custos de instalação e manutenção para o consumidor (incluindo impostos). Por omissão, são dados alguns rácios para a energia e água. Os preços dos consumíveis também podem ser preenchidos. Todos os preços e rácios podem ser ajustados. O mesmo acontece para a taxa de desconto. Apenas o Factor de Valor Presente (*Present Worth Factor*) não pode ser alterado directamente, sendo calculado em função da taxa de desconto e da vida do produto.

Finalmente, o último parâmetro de entrada no cálculo do custo do ciclo-de-vida – rácio de melhoramento global – é um indicador aproximado do rácio entre o consumo energético de um produto novo médio e o consumo energético de um produto médio instalado (*stock*). Se não houver um acréscimo ou decréscimo acentuado nas vendas, o produto médio instalado deve ser equivalente ao produto médio novo de há alguns anos atrás, onde o número de anos iguala a metade da vida do produto. Por exemplo, para electrodomésticos que duram em média 15 anos, seria o produto médio novo de há 7 ou 8 anos atrás (KEMNA *et al*, 2005).

Table . Inputs for EU-Totals & LCC

nr	INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs Description		unit
A	Product Life	1	years
B	Annual sales		mln. Units/year
C	EU Stock		mln. Units
D	Product price		Euro/unit
E	Installation/acquisition costs (if any)		Euro/ unit
F	Fuel rate (gas, oil, wood)		Euro/GJ
G	Electricity rate		Euro/kWh
H	Water rate		Euro/m3
I	Aux. 1: None		Euro/kg
J	Aux. 2 :None		Euro/kg
K	Aux. 3: None		Euro/kg
L	Repair & maintenance costs		Euro/ unit
M	Discount rate (interest minus inflation)	5,0%	%
N	Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically)	0,95	(years)

Figura 17 – EuP EcoReport: Inputs for EU-Totals & LCC (KEMNA *et al*, 2005, p. 105)

6.10.2 Parâmetros de saída (*Output worksheet*)

A *Output worksheet* reflecte imediatamente as alterações efectuadas na *Input worksheet*. A tabela mais importante é a primeira – "Impacto do Ciclo-de-Vida (por Unidade) dos Produtos" (ver Figura 18) – onde se indicam os impactos ambientais por produto ao longo do ciclo-de-vida, subdivididos em produção, distribuição, utilização e fim-de-vida.

Table . Life Cycle Impact (per unit) of Products

Nr	Life cycle Impact per product:	Date	Author
0	Products	0	vhk

Nr	Life Cycle phases --> Resources Use and Emissions	unit	PRODUCTION Material	Manuf.	Total	DISTRI-BUTION	USE	END-OF-LIFE* Disposal	Recycl.	Total	TOTAL
	Materials	**unit**									
1	Bulk Plastics	g			0			0	0	0	0
2	TecPlastics	g			0			0	0	0	0
3	Ferro	g			0			0	0	0	0
4	Non-ferro	g			0			0	0	0	0
5	Coating	g			0			0	0	0	0
6	Electronics	g			0			0	0	0	0
7	Misc.	g			0			0	0	0	0
	Total weight	g			0			0	0	0	0
									see note!		
	Other Resources & Waste							debet	credit		
8	Total Energy (GER)	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	of which, electricity (in primary MJ)	MJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Water (process)	ltr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Water (cooling)	ltr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Waste, non-haz./ landfill	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Waste, hazardous/ incinerated	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Emissions (Air)										
14	Greenhouse Gases in GWP100	kg CO2 eq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Ozone Depletion, emissions	mg R-11 eq.				negligible					
16	Acidification, emissions	g SO2 eq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Volatile Organic Compounds (VOC)	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Persistent Organic Pollutants (POP)	ng i-Teq	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Heavy Metals	mg Ni eq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PAHs	mg Ni eq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Particulate Matter (PM, dust)	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Emissions (Water)										
21	Heavy Metals	mg Hg/20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	Eutrophication	g PO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	Persistent Organic Pollutants (POP)	ng i-Teq				negligible					

Figura 18 – EuP EcoReport: Life Cycle Impact per Unit of Products (KEMNA *et al*, 2005, p. 106)

A partir desta tabela e dos parâmetros de entrada relativos ao custo do ciclo-de-vida e totais para a UE, podem ser calculados os impactos ambientais de todos os produtos vendidos recentemente e nos anos que se seguem (até ao fim-de-vida, inclusive), que constituem os dados da segunda tabela – "Impacto Total na União Europeia de Novos Produtos Produzidos em 2005 ao Longo do Seu Ciclo-de-Vida". Basicamente, todos os números da primeira tabela são multiplicados pelas vendas na União Europeia (em milhões de unidades). Para os políticos, este é o impacto que eles esperam melhorar através de directivas.

A terceira tabela – "Impacto Total do *Stock* de Produtos na União Europeia em 2005 (Produzidos, em Utilização e Descartados)" – é obtida a partir das duas anteriores. Copia os dados da produção, distribuição e fim-de-vida da segunda tabela para indicar o impacto ambiental na União Europeia durante o ano corrente. A fase de uso é multiplicada pelo rácio de melhoramento global para indicar as diferenças entre as novas vendas e o *stock* corrente.

A última tabela – "Custos do Ciclo-de-Vida por Produto e Expedição Anual Total na União Europeia a 25 em 2005" – calcula dois parâmetros relacionados com a expedição económica, mas que são completamente diferentes. O primeiro parâmetro é o custo do ciclo de vida para um produto e para um consumidor final. O segundo calcula os totais para a União Europeia de todas as expedições para os consumidores finais no ano mais recente (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3 Indicadores (*Raw worksheet*)

A *Raw worksheet* dá os resultados calculados por cada elemento da lista de materiais e as linhas correspondentes à fase de uso. Permite a verificação manual e, se for o caso, corrigir parâmetros específicos de negócio. Contém também uma cópia dos indicadores utilizados nos cálculos (KEMNA *et al*, 2005)[22].

6.10.3.1 Energéticos

6.10.3.1.1 Energia Total

É o parâmetro energético principal, que traduz todos os gastos de energia nos vários estágios do ciclo de vida. A unidade utilizada é o Mega Joule (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.1.2 Energia Total, da qual Electricidade

Trata-se de um parâmetro auxiliar que traduz a energia consumida sob a forma de electricidade. Não deixa contudo de ser um parâmetro importante, uma vez que se relaciona com a eficiência na geração de energia e com outros parâmetros como as emissões, desperdícios e consumo de água. A unidade utilizada é o Mega Joule (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.1.3 Energia da Matéria-prima – Só para Plásticos

É outro parâmetro auxiliar, que possui um horizonte mais limitado, uma vez que traduz o valor da combustão do material (geralmente entre 5 e 10% menor que o valor da matéria-prima). Estes valores da matéria-prima só são relevantes para a recuperação energética de plásticos e revestimentos plásticos. A unidade utilizada é o Mega Joule (KEMNA *et al*, 2005).

[22] Ver Anexo G – Indicadores EuP EcoReport (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.2 Consumo de Água

Embora a conservação dos recursos de água para consumo seja um assunto importante na agenda ambiental e, devido aos custos crescentes, também na agenda económica de muitas entidades, não existe legislação ou metodologia consensual para lidar com este recurso escasso.

O consumo de água deve ser tratado com especial cuidado. Destaca-se dos dois parâmetros que se seguem, o parâmetro de impacto primário que é a água destinada ao processo (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.2.1 Água (Processo)

Água da rede pública que é utilizada num determinado processo sendo de seguida eliminada para os esgotos ou para o ar sob a forma de vapor de água. A unidade utilizada é o Litro (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.2.2 Água (Arrefecimento)

Geralmente, trata-se da água de um rio que é utilizada para arrefecer um forno ou outro aparelho e depois devolvida ao mesmo rio a uma temperatura um pouco mais elevada. O impacto desta poluição térmica ainda não está bem definido. A unidade utilizada é o Litro (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.3 Desperdícios

A Comissão Europeia considera que as quantidades de desperdícios para aterro e para incineração dão uma indicação suficiente para a componente de desperdícios de uma produção (o objectivo não é ser completo em termos de ACV). Os desperdícios a ter em conta são os desperdícios sólidos. No “estado da arte” actual, o indicador “desperdício” deve ser tratado com bastante precaução (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.3.1 Perigosos/Incinerados

A unidade utilizada é o Grama (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.3.2 Não Perigosos/Aterro

A unidade utilizada é o Grama (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.4 Emissões para o Ar

6.10.3.4.1 Gases de Efeito de Estufa

O potencial de aquecimento global (*Global Warming Potential* – GWP) é a medida de quanto uma dada massa de gás de efeito de estufa contribui para o aquecimento global. É uma escala relativa que compara o gás em questão com a mesma massa em dióxido de carbono, cujo GWP é, por definição, 1 (WIKIPEDIA, 2009a). A base legal para a ponderação dos gases de efeito de estufa é a decisão do Concelho 2002/358/CE de 25 de Abril de 2002, respeitante à aprovação do protocolo de Quioto. A unidade utilizada é o Quilograma de Dióxido de Carbono Equivalente (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.4.2 Acidificação

A acidificação é um processo natural. O termo é utilizado para descrever a perda de nutrientes base (cálcio, magnésio e potássio) através do processo de percolação e a sua substituição por elementos ácidos (hidrogénio e alumínio). Contudo, a acidificação está também associada

com a poluição atmosférica causada pelo enxofre e nitrogénio das actividades antropogénicas. A deposição de poluentes por esta via pode exceder a capacidade neutralizante dos solos. Os impactos ambientais da acidificação são dos mais importantes hoje em dia (APIS, s.d.). A unidade utilizada é o Grama de Dióxido de Enxofre Equivalente (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.4.3 Compostos Orgânicos Voláteis

Os compostos orgânicos voláteis (*Volatile Organic Compounds* – VOC) são gases ou vapores emitidos por vários sólidos ou líquidos, muitos dos quais têm efeito adverso para a saúde. Vários produtos domésticos emitem VOCs, como por exemplo, tinta, detergentes, pesticidas, colas, adesivos, materiais de construção, etc. Segundo a União Europeia, um VOC é um composto orgânico que tem um ponto inicial de ebulição menor ou igual a 250ºC medidos à pressão atmosférica e que podem causar danos aos sentidos visual e auditivo (WIKIPEDIA, 2009b). A unidade utilizada é o Miligrama (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.4.4 Poluentes Orgânicos Persistentes

Os poluentes orgânicos persistentes são compostos orgânicos resistentes à degradação ambiental através de processos químicos, biológicos e fotolíticos. Por este motivo, são capazes de persistir no meio ambiente, acumulando-se nos tecidos humanos e animais, atravessando cadeias alimentares e tendo impactos significativos na saúde e no ambiente (WIKIPEDIA, 2009c). Os POPs são definidos pela Convenção de Estocolmo e inclui maioritariamente pesticidas, alguns químicos e emissões. A unidade utilizada é o Nanograma de Concentração Total Equivalente de Tetraclorodibenzodioxina (KEMNA *et al*, 2005). Tetraclorodibenzodioxina é um produto químico que resulta da queima ou incineração de compostos químicos clorados industriais e outros hidrocarbonetos. Este composto é considerado uma toxina ambiental, sendo a mais letal que se conhece, com efeitos cancerígenos e teratogénicos, provocando, também, lesões no fígado e alterações no sistema imunitário. Dada a sua persistência no ambiente e a solubilidade nas gorduras, as dioxinas podem acumular-se ao longo das cadeias tróficas, tendo já sido detectadas no leite materno (GONÇALVES, 2005).

6.10.3.4.5 Metais Pesados

Os metais pesados são membros de um subconjunto pouco definido de elementos que exibem propriedades metálicas, como os metais de transição, alguns metalóides, lantanídeos e actinídeos. Existe um termo alternativo – metais tóxicos – para o qual também não existe consenso. Estes metais são uma das causas da poluição ambiental e provêem de várias fontes como o chumbo existente no petróleo, os efluentes industriais e a percolação de iões metálicos do solo para os lagos e rios através de chuvas ácidas (WIKIPEDIA, 2009d). O protocolo das Nações Unidas relativo aos metais pesados, adoptado em 24 de Junho de 1998 em Århus (Dinamarca), aponta três metais: cádmio, chumbo e mercúrio. Estes metais são normalizados ao índice 1 correspondente ao Níquel. A unidade utilizada é o Miligrama de Níquel equivalente (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.4.6 Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (*Polycyclic Aromatic Hidrocarbons* – PAH) são compostos químicos constituídos por anéis aromáticos fundidos não contendo heteroátomos ou substituintes. Encontram-se PAHs no petróleo e no carvão. Podem ser produzidos também pela queima de combustível (fóssil ou biomassa). Como poluentes, são uma preocupação porque alguns componentes foram identificados como carcinogénicos, mutagénicos e

teratogénicos. Também se encontram PAHs na comida (cereais, óleos e gorduras e, em menor quantidade nos vegetais e carnes cozinhadas) (WIKIPEDIA, 2009e). A unidade utilizada é o Miligrama de Níquel equivalente (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.4.7 Partículas Materiais

As partículas materiais ou poeiras são um indicador importante para os problemas respiratórios humanos associados ao *smog*. A directiva 1999/30/EC atribui um valor máximo de emissões de 50 μg/m^3 durante 24 horas, não excedendo 35 dias por ano. A unidade utilizada é o Grama (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.5 Emissões para a Água

As emissões para a água estão menos definidas em termos científicos e legais (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.5.1 Metais Pesados

A unidade utilizada é Um Vigésimo de Miligrama de Mercúrio Equivalente (KEMNA *et al*, 2005).

6.10.3.5.2 Eutrofização

A eutrofização é o aumento de nutrientes químicos – compostos contendo nitrogénio ou fósforo – num ecossistema e podem ocorrer em terra e na água. Contudo, o termo é bastante utilizado para designar o aumento da produtividade primária no ecossistema (crescimento e decomposição excessivos de plantas) e efeitos consequentes como a falta de oxigénio e reduções severas na qualidade da água, peixe e outras populações animais (WIKIPEDIA, 2009f). A unidade utilizada é o Miligrama de Fosfato Equivalente (KEMNA *et al*, 2005).

6.11 Indicadores Ecológicos

Os indicadores ecológicos provaram ser uma ferramenta poderosa para os *designers* agregarem os resultados da ACV em números ou unidades facilmente compreensíveis e amigas do utilizador (BAAYEN *et al*, 2000).

6.11.1 Eco-indicator 95

A metodologia Eco-indicator 95 é uma ponderação da ACV especialmente desenvolvida para o *design* do produto. Usa a função "distância ao objectivo". No entanto, esta função foi criticada por não haver uma definição clara para os objectivos e por não levar em conta alguns aspectos ambientais (BAAYEN *et al*, 2000). Surgiu mais tarde um *update* para este indicador ecológico: o Eco-indicator 99.

6.11.2 Eco-indicator 99

O Eco-indicator 99 é um método para avaliar os impactos ligados à saúde humana, ecossistemas e recursos, desenvolvido pela PRé Consultants para o governo alemão. A ênfase da ferramenta está na comparação das medidas de impacto dos materiais e dos processos (KURK *et al*, 2008).

O novo método Eco-indicator 99 segue a norma ISO 14042 com a excepção de alguns detalhes. Inclui um maior número de aspectos ambientais sendo, portanto, mais complexo.

O método de ponderação entre os diversos aspectos ambientais – o núcleo do indicador – também mudou, em virtude das críticas apontadas ao Eco-indicator 95. Foi introduzida a função «dano» que quantifica a relação entre o impacto ambiental e os danos para a saúde humana e para o ecossistema.

Nas listas fornecidas pelo método, existem valores do Eco-indicator para materiais, processos de fabrico, meios de transporte, processos de geração de energia e cenários de desmantelamento [23]. Esses valores têm unidades específicas deste método, consideradas adimensionais: o miliponto (mPt) que é um milésimo de Ponto (Pt). A escala é escolhida de tal forma que 1 Pt é representativo de um milésimo do impacto ambiental anual de um cidadão médio europeu. Alguns cenários de desmantelamento dão origem a indicadores negativos. Em vários casos, particularmente no que se refere à reciclagem, o impacto ambiental é menor do que na produção do mesmo material não reciclado (BAAYEN *et al*, 2000).

6.11.2.1 Versões

Existem três versões do método porque, em todos os métodos de avaliação de impacto ambiental, torna-se impossível não fazer escolhas subjectivas (BAAYEN *et al*, 2000).

6.11.2.1.1 Eco-indicator 99 I/I (Individualista)

As escolhas são feitas de acordo com a perspectiva individualista. É assumida uma perspectiva a curto prazo, segundo a qual alguns danos futuros podem ser limitados com soluções técnicas e os impactos considerados discutíveis não são contemplados. Os pesos atribuídos são 55% para a saúde humana, 25% para a qualidade do ecossistema e 20% para os recursos (BAAYEN *et al*, 2000).

6.11.2.1.2 Eco-indicator 99 H/A (Hierárquico)

As escolhas são feitas de acordo com o que se acredita ser o consenso científico. É assumida uma perspectiva a longo prazo; é assumido que alguns danos futuros podem ser limitados por gestão adequada dos mesmos. Os pesos atribuídos são 40% para a saúde humana, 40% para a qualidade do ecossistema e 20% para os recursos (BAAYEN *et al*, 2000).

6.11.2.1.3 Eco-indicator 99 E/E (Igualitário)

É assumida uma perspectiva a muito longo prazo, onde nem a tecnologia nem a gestão podem evitar danos futuros e onde todos os impactos, mesmo os bastantes discutíveis, são levados em conta. Os pesos são 30% para a saúde humana, 50% para a qualidade do ecossistema e 20% para os recursos (BAAYEN *et al*, 2000).

6.11.2.2 Aplicação do indicador

Segundo Baayen (2000), eis os passos a serem dados para a correcta aplicação do Eco-indicator 99:

- Estabelecer o propósito do cálculo do Eco-indicator:
    - Descrever o produto ou o componente do produto que está a ser analisado;
    - Definir se o que se está a fazer é a análise de um produto ou a comparação entre vários produtos;

[23] Ver Anexo H – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005).

- Definir o nível de acuidade requerido.
- Definir o ciclo-de-vida:
    - Desenhar uma visão geral do ciclo de vida do produto, prestando a mesma atenção à produção, uso e desmantelamento;
- Quantificar os materiais e os processos:
    - Determinar uma unidade funcional;
    - Quantificar todos os processos relevantes da árvore de processos;
    - Assumir valores para dados inexistentes;
- Preencher os formulários:
    - Anotar os materiais e processos no formulário e introduzir as quantidades;
    - Encontrar os eco-indicators relevantes e introduzi-los no formulário;
    - Calcular as pontuações multiplicando as quantidades pelos valores dos Eco-indicators;
    - Adicionar todos os valores parciais;
- Interpretar os resultados:
    - Combinar conclusões provisórias com os resultados;
    - Verificar os efeitos das assunções e incertezas;
    - Emendar as conclusões (se necessário).
- Verificar se o propósito do cálculo foi atingido.

Na maior parte dos casos, é recomendável começar por uma análise simplista. Os detalhes poderão ser integrados e os dados revistos ou acrescentados numa fase posterior. Assim, garante-se que não existe demasiada perda de tempo com detalhes (BAAYEN *et al*, 2000).

6.11.3 UBP

Desenvolvido originalmente em 1989, este foi o primeiro método de avaliação de impacto. Compara o nível corrente de uma emissão na Suíça com o nível de referência, definido pelo governo suíço. O método UBP 97 é um *update deste método* e em 2005 era esperado mais um *update.* Outras versões nacionais foram feitas, como o método japonês JEPIX.

6.11.4 EPS

Primeiro método que calcula de facto pontuações de danos, foi desenvolvido em 1990, especialmente para a Volvo, como uma ferramenta para os seus *designers*. O método serviu de modelo para o Eco-indicator 99 mas usa uma forma completamente diferente de determinar uma pontuação única através de *monetarização*: por exemplo, a gravidade de um impacto que resulta num excesso de mortes é avaliado utilizando os custos dos seguros de vida; a gravidade da depleção de um mineral é determinada pela estimativa da extracção futura desse mineral. Uma particularidade bem conhecida é que o uso dos recursos domina, na maior parte das vezes, os resultados de uma ACV feita com este método.

6.11.5 CML92

Juntamente com os métodos EPS e UBP, esta é a mãe de todos os métodos de avaliação de impacto, servindo de base para outros métodos. Teve também bastante influência na forma

como as normalizações ISO foram definidas. Existe um *update* desta versão[24]. Embora seja ainda bastante utilizado, está desactualizado.

6.11.6 EDIP

Este método, desenvolvido na Dinamarca é, para todos os efeitos, um melhoramento do método CML 92. No entanto, tem novos elementos, como um modelo mais desenvolvido para a toxicidade e, por exemplo, para a acidificação. Uma particularidade interessante é a normalização. A área de normalização é determinada pela extensão regional de uma categoria de impacto. Assim, para a toxicidade, a Dinamarca é a região, mas para o aquecimento global, o mundo é a região. O peso de uma distância ao objectivo é adicionada para calcular um resultado único para recursos e outro peso de uma distância ao objectivo é adicionada para ponderar as categorias de impacto que não tenham a ver com recursos. Isto significa que não se tem um resultado único, mas dois.

6.11.7 CML2000

É um *update* ao método mais antigo CML 92. Os impactos ao nível da toxicidade foram bastante melhorados. Muitas das categorias de impacto permaneceram inalteradas ou sofreram modificações menores. Uma particularidade bem conhecida e, às vezes, criticada é o facto da toxicidade para os oceanos dominar completamente os resultados normalizados.

6.11.8 GWP

Não é de facto um método total de avaliação de impacto uma vez que a única categoria de impacto disponível é a mudança climática, ignorando todas as outras. Pode tornar-se útil quando o interesse se foca apenas nas mudanças climáticas. Existem três versões do método, estando a diferença na perspectiva temporal utilizada. A do meio (100 anos) é usada mais frequentemente.

6.11.9 Impact 2002+

É o mais recente método de avaliação de impactos. Várias categorias de impacto foram trazidas directamente da versão Eco-indicator 99 E/E, mas o trabalho sobre toxicidade foi completamente revisto e melhorado. Tem uma categoria extra de dano que abarca os impactos ao nível das mudanças climáticas, dado que se pensou que seria especular demasiado se fosse ligado à categoria da saúde humana.

6.12 Software

Ferramentas para EcoDesign sob a forma de *software* como o SimaPro, Boustead, Umberto e MERGE podem ser úteis para as equipas de *design* que procurem diagramas comparativos e gráficos que ajudem na tomada de decisão. Estas ferramentas envolvem geralmente um investimento financeiro com modelos de demonstração disponíveis muitas vezes como versão de avaliação. Uma combinação de ferramentas pode ser utilizada durante a fase de desenvolvimento dos produtos. Todos os métodos devem ser utilizados pela equipa de *design* como um todo, devendo ser dispendido algum tempo na investigação dessas ferramentas.

[24] Ver capítulo 6.11.7.

Além disso, as descobertas individuais devem ser apresentadas a todos os elementos de forma a optimizar o tempo de aprendizagem (KURK *et al*, 2008).

6.12.1 Análise de algum do *software* existente

6.12.1.1 Indicador do Potencial de Toxicidade (TPI)

O *software* TPI foi desenvolvido no Fraunhofer Institute Zuverlässigkeit und Mikrointegration. A ideia por detrás do TPI reside na avaliação e comparação da toxicidade dos materiais. A classificação é baseada em informação facilmente acessível de Folhas de Segurança de Material (Material Safety Data Sheets (MSDS)) e na legislação Europeia (princípios dos R's, concentrações permitidas no local de trabalho e classificação de poluição da água – "WGK", de acordo com a lei Alemã). Estas três classificações legislativas estão agregadas no índice único específico de material, que varia de 0 (potencial de perigosidade nulo) até 100 (potencial de perigosidade mais elevado) por mg de substância. Com estes valores específicos de material e a Lista de Substâncias, uma classificação dos materiais e componentes facilita a análise de "pontos quentes" e apoia a identificação dos que deveriam ser melhorados ou substituídos (SCHISCHKE *et al*, 1005).

6.12.1.2 SimaPro

SimaPro é o nome dado a uma família de diferentes versões de *software*, tais como, versão *Designer*, Analista, Educacional, e de demonstração. Desde que foi introduzido em 1990, este *software* tem sido o mais utilizado para análise ambiental dos produtos com vista a uma tomada de decisão no desenvolvimento dos mesmos e da política de produto (FERREIRA, 2004).

6.12.1.3 GaBi

A versão GaBi 4 é uma ferramenta para construir balanços de ciclo-de-vida que suporta o manuseamento de grande quantidade de dados e com modelação do ciclo-de-vida do produto. Este *software* calcula balanços de diferentes tipos e ajuda a agregar os resultados. As principais características são:

- O *software* é baseado num conceito modular. Isto significa que planos, processos, fluxos e as suas funcionalidades estabelecem unidades modulares;
- Os dados de análise de impacto, inventário e modelos de ponderação estão separados, pelo que os módulos são facilmente manuseados e depois interligados para o cálculo ACV;
- As várias fases do ciclo de vida (produção, utilização e deposição) podem ser capturadas em módulos e depois modificadas separadamente;

Outra característica da estrutura modular é que o *software* e a base de dados são unidades independentes. Dentro da base de dados, toda a informação é guardada, p.ex, modelos de produto e perfis ecológicos. As bases de dados GaBi são sempre construídas com uma estrutura básica definida. O próprio *software* disponibiliza ao utilizador a interface para a base de dados. Via interface do utilizador, os dados armazenados podem ser lidos e modificados.

6.12.1.4 IdeMat

O *software* IdeMat, desenvolvido na Universidade de Tecnologia de Delft, Faculdade de *Design* Industrial, na Holanda, tem uma base de dados com informação sobre materiais, processos e componentes. Permite assim a realização de cinco grandes tarefas:

- Procurar informação na base de dados – Pesquisa de informação acerca de materiais, processos de fabrico ou componentes. A informação é apresentada em seis páginas ou menos:
    - Categoria – Descreve a categoria em que o material/processo/componente escolhido se insere;
    - Tipo – Apresenta as características fundamentais;
    - Propriedades – Apresenta os valores de várias propriedades;
    - Dados ambientais – Apresenta a informação relacionada com os aspectos ambientais para o material/processo/componente;
    - *Input*/*Output* – Apresenta os dados sob o ponto de vista input/output do material/processo/componente.
    - Imagem – Apresenta uma imagem do material/processo/componente em questão.
- Comparar uma propriedade num gráfico alto-baixo – podem comparar-se materiais, processos ou componentes para uma dada propriedade, dando a indicação do intervalo de valores e valor médio da propriedade;
- Comparar duas propriedades num gráfico de dispersão – podem comparar-se materiais, processos ou componentes em duas propriedades, mostrando os valores médios das duas propriedades como pontos no gráfico;
- Comparar uma ou mais propriedades na forma tabelar – A tabela mostra valores numéricos das propriedades ou o intervalo de valores;
- Filtrar materiais que satisfaçam os critérios estipulados – Pode fazer-se um subconjunto de materiais mas não de processos ou componentes. Um filtro é um conjunto de critérios. Os critérios podem ser dos seguintes tipos: propriedades, exclusão de materiais, aplicações e tecnologias.

6.12.1.4.1 IDEMAT e EcoScan

Quando se instala o EcoScan com o IdeMat, pode utilizar-se a base de dados do IdeMat no EcoScan. Desta forma, pode analisar-se os impactos ambientais dos produtos no EcoScan usando os dados do IdeMat.

6.12.1.5 EcoScan

Com o EcoScan 3.0, pode analisar-se o impacto ambiental e o custo de um produto, tendo em consideração todas as fases do ciclo de vida de um produto. Num formulário de ciclo de vida do produto (formulário CVP), pode especificar-se todos os seus aspectos relevantes como a produção, utilização ou desmantelamento. Faz-se isto preenchendo formulários que são definidos de acordo com as fases. É possível definir fases personalizadas. Desta forma, analisam-se as várias etapas do ciclo de vida de um produto. Depois, atribuem-se pontos ambientais aos aspectos relevantes para expressar o impacto ambiental do produto através de pontuações. Faz-se isto com o método *drag-and-drop* de dados a partir de bases de dados existentes, para as folhas do formulário CVP. Se for escolhido o modo “desmantelamento automático” no EcoScan, esta tarefa torna-se ainda mais simples, uma vez que a folha de

desmantelamento é automaticamente preenchida. Finalmente, pode apresentar-se os resultados sob a forma de gráficos e calcular-se os melhoramentos no produto.

7 Máquinas-ferramenta

Uma máquina-ferramenta é um dispositivo não portátil e movido por um motor. São usadas industrialmente para produzir componentes metálicos com tolerâncias muito mais rigorosas do que as que se podem obter manualmente. Os processos fundamentais utilizados são o corte e a rectificação, havendo máquinas individuais para mandrilar, escariar, furar, fresar, aplainar, serrar e quinar. Essencialmente, uma máquina-ferramenta é constituída por um dispositivo para segurar uma determinada ferramenta e a peça a trabalhar e por um mecanismo que permita àquelas moverem-se relativamente uma à outra de modo controlado (BARNETT *et al*, 1983).

As máquinas-ferramenta podem ser operadas manualmente ou por controlo automático. Em meados do século XX, desenvolveram-se as primeiras máquinas de controlo numérico que recorriam a cartões perfurados para ler as instruções de accionamento. Um pouco mais tarde, adicionaram-se computadores a este tipo de máquinas para dar maior flexibilidade ao processo, passando estas a chamar-se máquinas de Controlo Numérico Computorizado (CNC). O CNC permite a repetição precisa de sequências vezes sem conta, e pode gerar peças tão complexas quanto se queira (WIKIPEDIA, 2009g).

No âmbito de um estudo preliminar que classificou os grupos de produtos-alvo da directiva 2005/32/CE da União Europeia relativa à concepção ecológica dos produtos que consomem energia, as máquinas-ferramenta foram consideradas prioritárias no cumprimento das medidas objecto da directiva, aparecendo em terceiro lugar. Isto deve-se ao facto de terem um consumo de energia elevado (superior a 1000 PJ/ano), com tempo de funcionamento prolongado a muito prolongado (até três turnos de produção) e consumo de energia de motor integrado, também não são de desprezar os impactos ambientais da electrónica de potência e os desperdícios durante a sua utilização.

Segundo a mesma directiva, existe espaço para a implementação de melhorias, como o potencial elevado de economia energética, potencial de melhoria em modo lento e por variadores de velocidade, prolongamento do tempo de vida das ferramentas, reciclagem fácil da electrónica ou reciclagem em circuito fechado durante a utilização (UE, 2005).

7.1 Breve apresentação do processo de quinagem

7.1.1 Definição

A quinagem, um dos processos de conformação plástica aplicado a peças obtidas a partir de chapas planas, consiste na obtenção de uma dobra linear pela penetração de uma ferramenta de forma adequada, que se designa por punção, numa ferramenta aberta designada por matriz (ver Figura 19) (PACHECO, 1992).

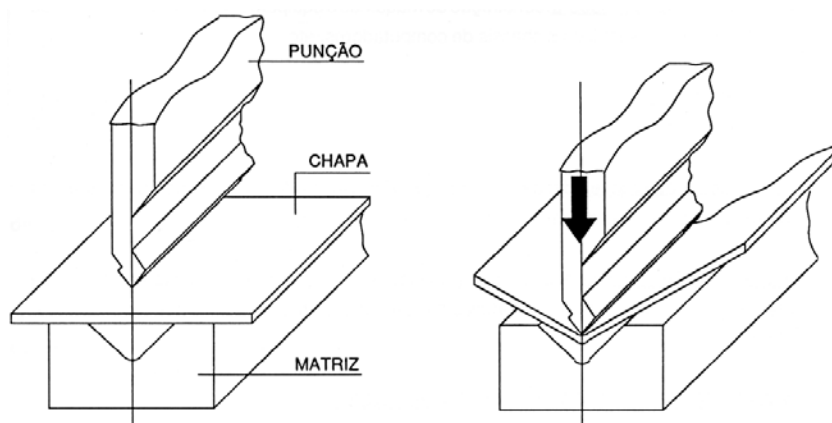



Figura 19 – Quinagem (PACHECO, 1992, p. 19)

7.1.2 Princípio físico

A quinagem não é mais do que um processo de flexão elasto-plástica aplicado a uma viga rectilínea. Assim, enquanto a dobra é realizada, o material do lado interior é comprimido e o do lado exterior é traccionado (ver Figura 20).

A força aplicada (P) e o valor da penetração induzida criam um gradiente de tensão ao longo da espessura. Os valores de tensão máxima aparecem nas fibras extremas (interiores e exteriores) na zona de ataque do punção à chapa. Ao ser ultrapassado o limite elástico do material nessas fibras, estamos em presença de deformações permanentes (deformações plásticas) que produzem a dobra pretendida.

O valor da abertura da matriz (V), também designado por “Vê” da matriz, funciona como distância entre apoios da viga durante o processo de flexão. Esse valor afecta a força requerida para induzir a flexão plástica. O “Vê” da matriz e o grau de penetração do punção naquela, afectam o valor do ângulo de quinagem, que fica assim dependente da posição relativa dos três pontos de contacto (1, 2 e 3).

O raio interior (r_i) da quinagem é afectado pelo valor do “Vê” da matriz – caso da quinagem no ar em que a chapa nunca é esmagada entre o punção e a matriz – ou pelo valor do raio do punção – caso da quinagem a fundo em que a chapa é esmagada entre o punção e a matriz.

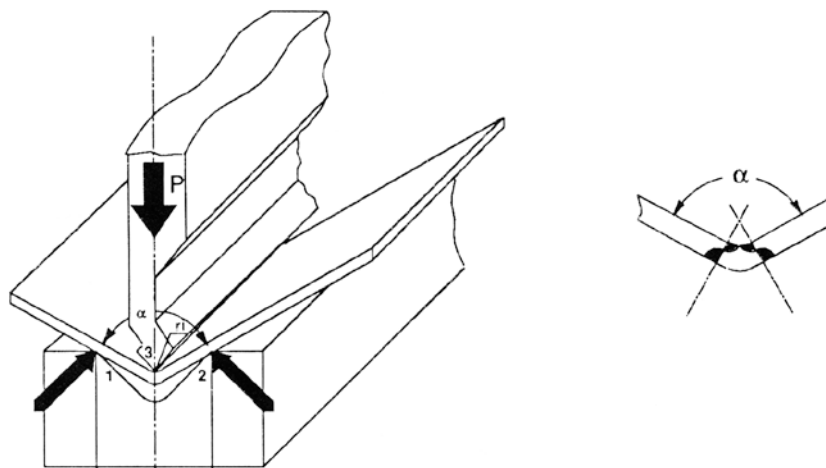



Figura 20 – Princípio físico da quinagem (PACHECO, 1992, p. 21)

Para concluir, devem reter-se as seguintes designações:

- Força de quinagem – força que é necessário aplicar durante a quinagem;
- Profundidade de quinagem – grau de penetração do punção na matriz para se obter o ângulo de quinagem (PACHECO, 1992).

7.1.3 Aplicação

Pacheco (1992) apresenta alguns exemplos de aplicação da técnica de quinagem:

- Agricultura – peças integrantes de diversas maquinarias e alfaias;
- Construção civil – estruturas metálicas de edifícios, caleiras de escoamento de águas pluviais;
- Escritório – secretárias, cadeiras, arquivos, armários, armaduras de iluminação;
- Indústria transformadora – máquinas e equipamentos, transformadores de tensão, armários eléctricos, chassis de computadores;
- Vias de comunicação – *rails* de protecção de estradas, sinalização vertical;
- Indústria automóvel.

7.1.4 Quinadoras

Para a realização do trabalho de quinagem, particularmente em peças longas, utilizam-se prensas quinadoras, também designadas simplesmente por quinadoras. São prensas especiais lentas, que utilizam ferramentas montadas numa mesa comprida e estreita (pode atingir 8 metros de comprimento em execução normal e 15 metros em execução especial) e dois aventais de igual comprimento, sendo um normalmente fixo e outro móvel. A estrutura onde se alojam a mesa e o avental é sustentada por dois montantes que dispõem de uma cava (vulgo colo de cisne) (PACHECO, 1992).

7.1.4.1 Classificação

Segundo Pacheco (1992), é o tipo de accionamento dos aventais que determina a grande classificação de quinadoras:

- **Mecânicas –** a forma de transmissão de energia ao avental é mecânica (ver Figura 21);

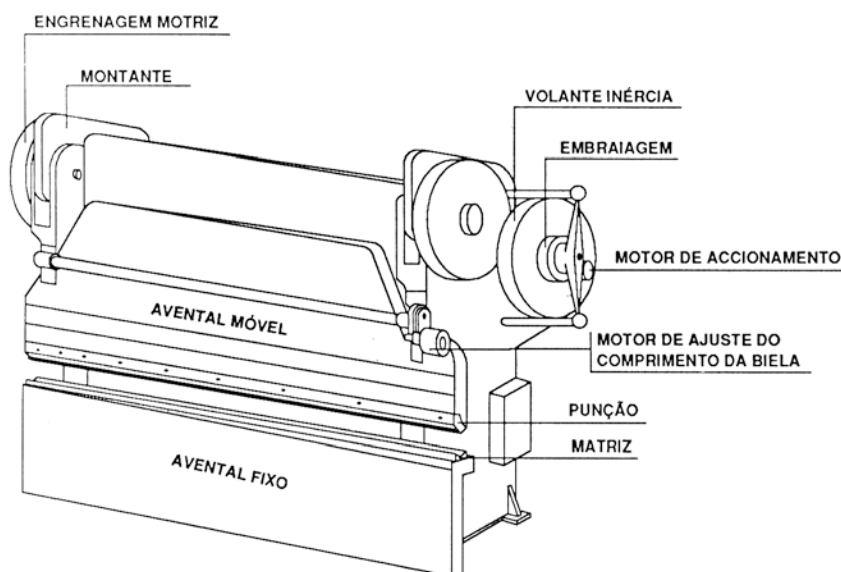



Figura 21 – Principais constituintes de uma quinadora mecânica (PACHECO, 1992, p. 26)

- **Hidráulicas –** utilizam um ou mais cilindros hidráulicos no accionamento do órgão móvel conforme a força de quinagem a atingir e são praticamente as únicas que se fabricam actualmente (ver Figura 22).

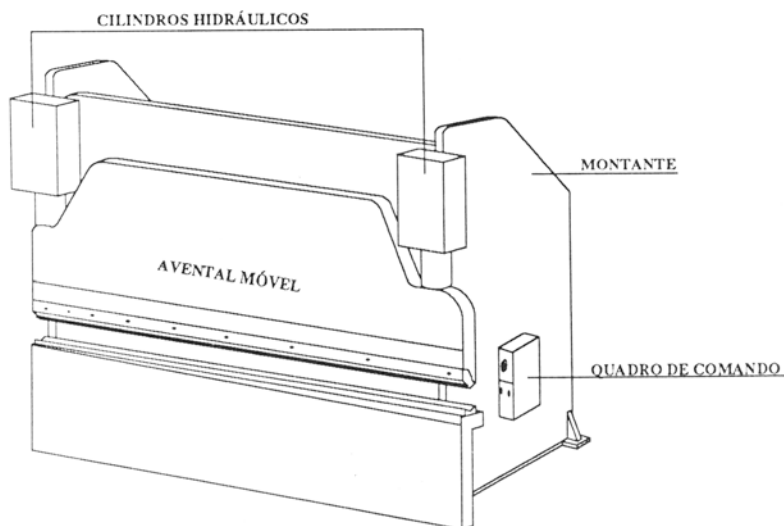



Figura 22 – Principais constituintes de uma quinadora hidráulica (PACHECO, 1992, p. 28)

7.2 Quinadora estudada

A quinadora, a estudar no âmbito deste projecto, é uma quinadora da empresa ADIRA, modelo QIHD 11030, versão Atlântico DNC 880 S (Y1/Y2, X, R) (ver Figura 23). Tem motores *brushless*, intermediários reversíveis com aperto rápido manual e bomba de engrenagens internas. A segurança é efectuada por segurança por laser. O seu preço indicativo ronda os €65.500 (sem punção e sem matriz).

Figura 23 – Quinadora ADIRA QIHD 11030

7.2.1 Características técnicas

Tabela 7 – Características da quinadora ADIRA QIHD 11030 (ADIRA, 2009)

Característica	Valor	Unidade
Força de quinagem	1100	kN
Comprimento de quinagem	3050	mm
Distância entre montantes	2550	mm
Curso máximo	160	mm
Abertura máxima (s/intermediário)	400	mm
Cava (colo de cisne)	320	mm
Potência	7,5	kW
Velocidade de aproximação	120	mm/s
Velocidade de trabalho	9,5	mm/s
Velocidade de retorno	110	mm/s
Comprimento	3975	mm
Profundidade	1815	mm
Altura total	2725	mm
Volume de óleo aproximado	120	l
Peso aproximado	6900	kg

8 FRED

O FRED pretende ser uma Ferramenta para Relatórios de EcoDesign. Será uma ferramenta *online* programada em PHP e assente numa base de dados MySQL. Com o auxílio do FRED deverá ser possível criar o modelo virtual de uma máquina, tão detalhado quanto necessário, introduzindo os dados relevantes referentes ao seu ciclo-de-vida e seguindo de perto a metodologia EuP EcoReport. Posteriormente, o FRED deverá permitir gerar dois tipos de relatórios Ecológicos: o equivalente ao EuP EcoReport e outro com a pontuação ecológica dada pelo método Eco-indicator 99, cada um deles incluindo uma análise de custos respeitante a materiais e processos.

8.1 Motivações

Existiram muitas motivações que levaram ao desenvolvimento do FRED. A mais importante relaciona-se com o facto de ser um *software* feito à medida.

Existe também o ponto de vista económico. Os *softwares* de EcoDesign que existem à venda no mercado são bastante caros. Por exemplo, e à data deste documento, a versão académica do SimaPro custa €1800 para um estudante de doutoramento. Para uso profissional, os valores vão desde os €2100 até aos €14400.

Trata-se também de uma oportunidade para aprender mais sobre EcoDesign e sobre os mecanismos que estão por trás da criação dos relatórios segundo as metodologias EuP EcoReport e Eco-indicator 99 EcoReport.

A folha de cálculo que gera o EuP EcoReport é pouco amiga do utilizador e não permite, de forma fácil, criar alternativas para uma dada máquina, com vista a estabelecer comparações. O mesmo acontece com a metodologia Eco-indicator.

8.2 Análise da “concorrência”

8.2.1 Críticas dos *designers* relativamente a ferramentas existentes

Um estudo feito por Lofthouse (2006) permitiu evidenciar algumas falhas nas ferramentas de EcoDesign existentes no mercado:

- Muitas das ferramentas existentes falham porque não se focam no *design* mas antes apontam para uma gestão estratégica ou análise retrospectiva de produtos existentes.
- As ferramentas não têm em conta a cultura do *design* industrial e o facto de que os *designers* têm a sua própria forma de fazer EcoDesign.
- As ferramentas não reconhecem que o EcoDesign não é um item prioritário mas antes uma das numerosas coisas em que os *designers* têm de pensar e, logo, está sujeito a constrangimentos de tempo.

- As listas de verificação de EcoDesign foram consideradas demasiado gerais ou extensas para serem integradas num *design* já de si complicado. Necessitam assim de listas pequenas e incisivas e com objectivos simples para reduzirem a quantidade de coisas em que têm de pensar, para que possam ser utilizadas como base para o seu trabalho de EcoDesign.
- As ferramentas existentes não lhes mostravam *como* fazer EcoDesign.
- Os *designers* tendem a não usar bases de dados vastas sobre o ambiente por as considerarem demasiado técnicas e científicas e mais apropriadas aos requisitos de produção e a engenheiros de *design* do que propriamente ao *design* industrial.
- Algumas ferramentas eram demasiado consumidoras de tempo para serem utilizadas de forma regular, necessitando que toda a equipa de produção gastasse um dia inteiro para esquematizar o processo de EcoDesign e planear os próximos passos do projecto.

Rose (2002) acrescenta mais um item a esta lista:

- Muitas das ferramentas de EcoDesign baseiam-se em informação que os *designers* não sabem nas primeiras fases do desenvolvimento do produto. Até agora, os *designers* faziam escolhas arbitrárias acerca da estratégia para o fim-de-vida, resultando num uso ineficaz das ferramentas no que concerne a este aspecto.

Byggeth (2006) coloca a ênfase nas situações de compromisso. Em EcoDesign, uma situação de compromisso pode ser um conflito entre metas ambientais. Num estudo que abrangeu quinze ferramentas de EcoDesign, nove dessas incluíam a avaliação do produto e proporcionavam ajuda para situações de compromisso, mas essa ajuda não era suficiente.

8.2.2 Dificuldades dos *designers* em fazerem EcoDesign

Os *designers* presentes no estudo de Lofthouse (2006) revelaram algumas das dificuldades em fazer EcoDesign:

- Todos os *designers* inquiridos não sabiam onde procurar informação sobre EcoDesign e sentiam que não havia recursos que demonstrassem aspectos importantes para os *designers* industriais.
- Pediram aconselhamento.
- Pediram também exemplos de EcoDesign para os ajudar a ver o que outros tinham conseguido através do EcoDesign, sendo uma prática bastante comum nas empresas.
- Expressaram a necessidade de informação específica em áreas como os materiais e as técnicas de construção.
- Precisam de mecanismos de suporte ao EcoDesign que possam ser utilizados individualmente de uma forma menos formal e quando requerido. Idealmente deveriam ser integrados nas suas práticas diárias.

8.3 Requisitos genéricos

As conclusões do estudo de Lofthouse (2006) reconhecem a importância de se desenvolverem ferramentas holísticas apontando o facto de que a combinação de aconselhamento, educação e informação, juntamente com conteúdo bem pensado, apresentação apropriada e acesso simples faz parte do caminho para o seu sucesso. Eis os requisitos indicados pelo estudo:

- Os *designers* industriais também têm necessidade de informação sobre EcoDesign numa linguagem acessível.

- No passado, as ferramentas de EcoDesign tendiam a focar-se em proporcionar aconselhamento ou informação ou educação mas nunca uma combinação dos três.
- Alguns *designers* sentiram necessidade que a ferramenta lhes mostrasse quais os aspectos que deveriam ser pensados primeiro.
- A informação de EcoDesign deve ser apresentada de forma visual e utilizando casos de estudo e exemplos.
- As ferramentas de EcoDesign precisam de conter dois tipos diferentes de conteúdo: informação (geral, materiais, reciclagem, produção, uso, embalagem) e estímulo/inspiração (materiais, forma, energia, função, peças, embalagem). Estes dois tipos de conteúdo devem estar intrinsecamente ligados para que os *designers* possam beneficiar de informação que seja relevante e exemplos que sejam baseados na realidade.
- O conteúdo disponibilizado pelas ferramentas de EcoDesign deve ser apresentado em forma de pequenas parcelas de texto, numa linguagem apropriada para os *designers* industriais, evitando o calão técnico e científico.
- Os *designers* industriais têm uma forma dinâmica de trabalhar que não é talhada a planeamentos. Os programas deverão disponibilizar uma aproximação integrada.

Rose (2002) contribui com mais dois itens para esta lista:

- A ferramenta tem de ser fácil e rápida;
- Existe a necessidade de soluções feitas à medida, porque as características técnicas dos produtos diferem.

Byggeth (2006) fala de situações de compromisso:

- As ferramentas de EcoDesign deverão ter uma avaliação se forem desenhadas para ajudarem o utilizador numa situação de compromisso. Caso contrário, poderá conduzir a decisões estrategicamente incorrectas num contexto de sustentabilidade, com riscos concomitantes de caminhos de investimento suboptimizado e becos sem saída;
- Para suportar situações de compromisso diferentes, a ferramenta deverá incluir critérios numa perspectiva de sustentabilidade para um aspecto ambiental, diferentes aspectos ambientais e outros aspectos importantes como o custo, aspectos sociais, etc.

8.3.1 Formato baseado na Web

Uma ferramenta baseada na Web mostra-se vantajosa já que, cada vez mais, a Internet está a ser utilizada para sincronizar esforços globais. Membros remotos de uma equipa de projecto poderão actualizar *online* a informação acerca dos produtos (ROSE, 2002).

Para as ferramentas que assentam num formato baseado na Web, são necessárias as seguintes características (LOFTHOUSE, 2996):

- Conteúdos apresentados de forma visual e interactiva – os *designers* são motivados pela comunicação visual e gostam que a informação lhes seja apresentada com muitos gráficos (imagens e cor) e o mínimo de texto.
- Conteúdo mínimo a ler – os *designers* passam pouco tempo a ler e geralmente só lêem coisas pelas quais têm interesse ou são relevantes para o projecto em que estão a trabalhar.
- Integração fácil na sua prática diária.
- Informação actualizada.

No *software* piloto desenvolvido por Lofthouse, os *designers* constataram a utilidade das listas de verificação e pediram mesmo por mais. Isto foi diferente do *feedback* revelado pelo estudo piloto. Tal facto talvez se devesse a que as novas listas de verificação não eram disponibilizadas isoladamente mas faziam ligação a páginas que proporcionavam informação complementar.

8.4 Paradigma

A ideia principal por trás do FRED é seguir de perto a metodologia EuP EcoReport, uma vez que será esta a aplicada no futuro para a avaliação os impactos ambientais das máquinas-ferramenta. Porém, a metodologia ainda não está devidamente talhada para a aplicação a esta indústria.

Não existem indicadores ecológicos para todos os materiais e processos utilizados. Isto torna difícil a modelização ou virtualização de uma máquina.

Os custos com os materiais e processos são tratados como um todo no EuP EcoReport, enquanto as optimizações fazem-se, muitas vezes, nos pormenores.

Para além do EuP EcoReport, o FRED deverá ser capaz de atribuir um Eco-indicator 99 a uma determinada máquina. A forma de juntar as duas metodologias não é evidente porque o EuP EcoReport apresenta indicadores para materiais juntamente com processos enquanto o Eco-indicator 99 apresenta indicadores para materiais e indicadores para processos.

São estes os pontos de partida para o FRED.

8.4.1 Conceito de montagem, sub-montagem e componentes

Chama-se montagem a uma máquina específica que se queira virtualizar. Esta pode ser dividida em sub-montagens. Tanto as montagens como as sub-montagens podem ter componentes associados (ver Figura 24).

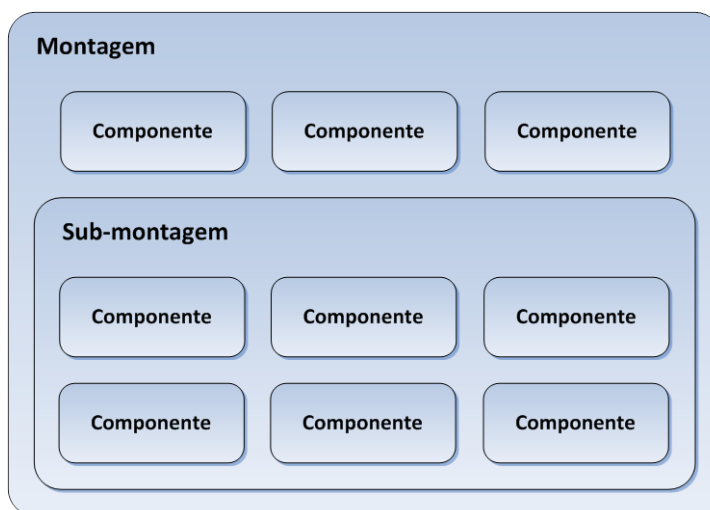



Figura 24 – Conceito de montagem, sub-montagem e componente (elaboração própria)

Um componente deve ser tão granular quanto possível (por exemplo, um parafuso). Um conjunto de componentes fará uma sub-montagem e um conjunto de sub-montagens e

componentes fará a montagem principal. Outra ideia a ter em conta é que uma sub-montagem é recursiva, isto é, podem existir sub-montagens dentro de sub-montagens quantas vezes quanto se queira. Isto permite especificar em detalhe toda a máquina a virtualizar.

O elemento agregador de materiais, processos e indicadores EuP EcoReport e EI99 EcoReport é o componente (ver Figura 25).

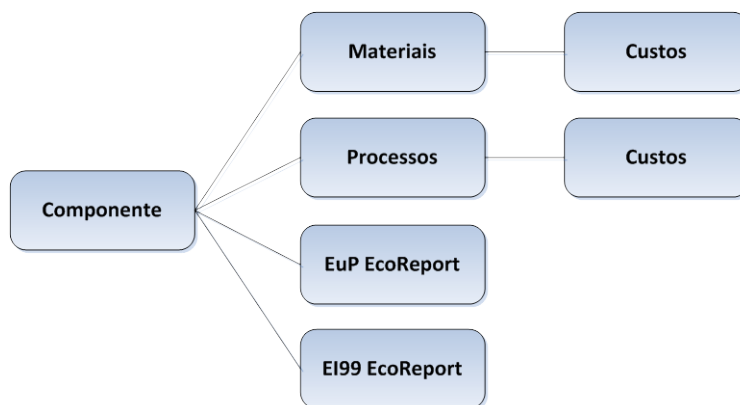



Figura 25 – O componente enquanto elemento agregador de materiais, processos e indicadores EuP EcoReport e EI99 EcoReport (elaboração própria)

Um componente pode ter um número infinito de materiais, processos, e indicadores EuP EcoReport e EI99 EcoReport que o caracterizem. Tanto os materiais como os processos também podem ter custos associados.

Caberá ao FRED fazer a gestão do que pode aproveitar aquando da elaboração dos EuP EcoReport, EI99 EcoReport e cálculo de custos, fazendo a soma de todas as parcelas intervenientes em cada metodologia.

A vantagem do FRED está no reaproveitamento de componentes para outras montagens ou sub-montagens. Se no futuro aparecer um novo indicador que contemple um componente, basta agregá-lo a esse componente para que os resultados se apliquem a todas as montagens e sub-montagens que o usem. O mesmo acontece com os custos dos materiais.

8.4.2 Introdução de dados orientada ao ciclo-de-vida

Todos os dados do EuP EcoReport que não têm especificamente a ver com os componentes serão agregados em formulários que orientem o utilizador pelo ciclo-de-vida do produto.

8.4.3 Formato baseado na Web

O formato baseado na Web pareceu a escolha óbvia, dadas as vantagens já expressas no subcapítulo 8.3.1.

Depois dos conceitos de montagem, sub-montagem e componente, é fácil prever qual o comportamento esperado da aplicação Web: deverá permitir a gestão de materiais, processos, indicadores EuP EcoReport e EI99 EcoReport, componentes e montagens. Deverá também ser capaz de gerar relatórios referentes ao EuP EcoReport, EI99 EcoReport e relatório de custos para uma determinada montagem.

8.5 Tecnologias Utilizadas

8.5.1 MySQL

O software MySQL proporciona um servidor de base de dados SQL (*Structured Query Language*) muito rápido, multi-tarefa, multi-utilizador e robusto. O servidor MySQL é destinado a sistemas de produção com missões críticas e com grande carga, podendo ser também embebido em software para distribuição em massa (SUN, 2008a).

A principal vantagem de se utilizar MySQL prende-se com o facto de ser *open-source* e gratuito.

8.5.1.1 InnoDB – Motor de Base de Dados

O InnoDB é um motor de base de dados com transacções seguras utilizado com o MySQL e que possui capacidades de recuperação de dados como *commit* e *rollback*. Para manter a integridade de dados, também suporta restrições de integridade referencial como as *foreign keys* (chaves-estrangeiras). O InnoDB foi desenhado para desempenho máximo quando processa grandes quantidades de dados. A eficiência do CPU não é igualável a outro motor de base de dados relacional baseado em disco (SUN, 2008b).

8.5.2 PHP

PHP (*Personal Home Page tools*), inicialmente desenvolvido por Rasmus Lerdorf, é uma linguagem de programação interpretada (apresentando por isso menor desempenho do que as linguagens de programação compiladas) vocacionada para o desenvolvimento de aplicações Web. Orienta-se principalmente a projectos de pequena e média dimensão em que a velocidade de execução não seja um requisito primordial. A sua extensibilidade e portabilidade a várias plataformas, a possibilidade de incorporar novos módulos/bibliotecas, a versatilidade e robustez, torna possível um conjunto vasto de funcionalidades:

- Embeber directamente o código PHP no seio do HTML sem necessidade de compilação de programas externos;
- Processar dados provenientes de formulários HTML;
- Comunicar e interactuar com diversas fontes de dados, entre as quais as bases de dados de forma persistente;
- Utilização com vários Sistemas Operativos;
- Efectuar cálculos complexos;
- Integração com Servidores Web;
- Etc.

Estas funcionalidades, aliadas à facilidade de desenvolvimento de aplicações Web e à rapidez de concepção de *scripts*, tornam-no num adversário poderoso quando comparado com outras tecnologias (SERRÃO *et al*, 2007).

Outra vantagem do PHP é o facto de também ser *open-source* e gratuito.

8.5.3 XHTML

O XHTML (*Extensible HyperText Markup Language*) é uma família de tipos de documentos e módulos baseada em XML. Reproduz, detalha e estende o HTML 4, que é a linguagem utilizada na geração de páginas Web. O XHTML é o próximo passo na evolução da Internet.

Ao migrarem para XHTML, os produtores de conteúdos garantem a retro-compatibilidade e compatibilidade futura dos seus conteúdos (W3C, 2002).

8.5.4 CSS

A CSS (*Cascading Style Sheets*) é um mecanismo simples para adicionar estilos (por exemplo, fontes, cores, espaçamentos, etc.) a documentos Web (W3C, 2009).

8.6 Software Utilizado

8.6.1 Enterprise Architect

Este é um programa que permite a modelação de sistemas de *software* utilizando o formalismo da UML (*Unified Modelling Language*) que se tornou, desde 1997, o *standard* para este efeito.

8.6.2 MySQL Administrator

Com a ajuda deste programa construíram-se todas as tabelas da base de dados e especificaram-se os campos disponíveis, tipos de dados aceites e ligações entre tabelas (incluindo chaves-estrangeiras).

8.6.3 MySQL Query Browser

É um programa destinado a executar perguntas (*queries*) à base de dados bem como comandos de inserção, actualização e eliminação de registos, indispensável para apoio ao desenvolvimento de sítios Web assentes em bases de dados.

8.6.4 Adobe DreamWeaver CS4

O Adobe DreamWeaver CS4 é um programa vocacionado para a programação Web, oferecendo um conjunto de funcionalidades que permitem a criação de código de uma forma mais simples. Por exemplo, aplica cores ao código gerado para se identificarem mais facilmente os comandos, as variáveis e os atributos; completa também a introdução de comandos e fecha automaticamente as *tags* XHTML.

8.6.5 Adobe Illustrator CS4

O Adobe Illustrator CS4 é um programa de desenho vectorial. Utilizou-se para criar o *lettering* original que identifica o FRED (ver Figura 26).

Figura 26 – *Lettering* FRED (elaboração própria)

8.6.6 Adobe Photoshop CS4

O Adobe Photoshop CS4 é um programa de manipulação de imagens *raster* (baseadas em pixéis). Utilizou-se para criar todas as imagens e ícones originais e aos quais o FRED recorre.

Os ícones foram criados directamente no programa Adobe Photoshop CS4. Na Figura 27 pode ver-se da esquerda para a direita e de cima para baixo:

- **semaforo-verde.png** – indica que existem atributos relacionados com materiais, processos, indicadores EuP e/ou EI99 para cada componente;
- **semaforo-vermelho.png** – indica que não existem atributos relacionados com materiais, processos, indicadores EuP e/ou EI99 para cada componente;
- **criar2.png** – utilizado nas ligações que criam novas sub-montagens da montagem principal;
- **criar.png** – utilizado antes de cada entrada da barra de ferramentas;
- **adicionar.png** – utilizado nas ligações que adicionam novos materiais, processos, indicadores EuP EcoReport e indicadores EI99 EcoReport nos componentes;
- **apagar.png** – utilizado para apagar categorias de materiais, categorias de processos, categorias de indicadores EuP EcoReport, categorias de indicadores EI99 EcoReport, materiais, processos, indicadores EI99 EcoReport, componentes e montagens;
- **editar.png** – utilizado para editar categorias de materiais, categorias de processos, categorias de indicadores EuP EcoReport, categorias de indicadores EI99 EcoReport, materiais, processos, indicadores EuP EcoReport, indicadores EI99 EcoReport, componentes e montagens;
- **montagem.png** – aparece como identificador de montagens e sub-montagens;
- **ok.png** – aparece junto das mensagens que transmitem ao utilizador uma operação bem sucedida de criação ou edição de dados;
- **erro.png** – utilizado junto das mensagens de erro do programa;
- **info.png** – aparece junto de mensagens informativas que indicam ao utilizador, por exemplo, a inexistência de materiais numa determinada categoria;
- **componente.png** – aparece como identificador de componentes de uma montagem ou sub-montagem.

Figura 27 – Ícones utilizados no FRED (elaboração própria)

As imagens mais complexas foram primeiro desenhadas à mão e depois, já no Adobe Photoshop CS4, pintadas e submetidas a efeitos de *rendering*, com aplicação de sombras, transparências, semi-transparências ou brilhos (ver Figura 28).

Figura 28 – Personagem FRED (elaboração própria)

Na Figura 29 pode ver-se da esquerda para a direita e de cima para baixo:

- **menu-euper.png** – identifica a área de gera o EuP EcoReport;
- **menu-ei99.png** – identifica a área que gera o EI99 EcoReport;
- **menu-ajuda.png** – dá acesso à página de ajuda do programa;
- **menu-gerir-montagens.png** – identifica as áreas de gestão de montagens;
- **menu-gerir-componentes.png** – identifica as áreas de gestão de componentes;
- **menu-gerir-materiais.png** – identifica as áreas de gestão de materiais;
- **menu-gerir-processos.png** – identifica as áreas de gestão de processos;
- **menu-gerir-euper.png** – identifica as áreas de gestão dos indicadores EuP EcoReport;
- **menu-gerir-ei99.png** – identifica as áreas de gestão dos indicadores EI99 EcoReport;
- **menu-gerir-precario.png** – dá acesso à página com as tarifas para a electricidade e água.

Figura 29 – Imagens identificativas das opções de menu do FRED (elaboração própria)

Finalmente, o último grupo de imagens ajuda a localizar o utilizador quando este se encontra a introduzir os dados necessários para a elaboração do EuP EcoReport. Na Figura 30 pode ver-se, de cima para baixo:

- **producao.png** – identifica a fase de produção;
- **distribuicao.png** – identifica a fase de distribuição;
- **utilizacao.png** – identifica a fase de utilização;
- **fimdevida.png** – identifica a fase de fim-de-vida.

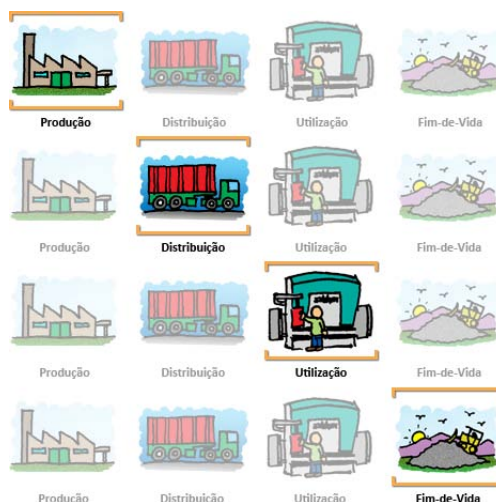



Figura 30 – Fases utilizadas no FRED do ciclo-de-vida das montagens (elaboração própria)

8.6.7 Mozilla Firefox 3.0

Este foi o *browser* principal para testar a evolução do programa. Contudo, teve-se a preocupação de verificar se o código funcionava igualmente bem noutros *browsers* populares como o Microsoft Internet Explorer, Google Chrome, Opera ou Apple Safari.

8.7 Modelo de Dados

O modelo de dados destina-se a representar o conjunto de entidades e respectivas associações que serão alvo de tratamento informático pelo sistema (ver Figura 31). Este modelo serve de base à criação de tabelas da base de dados.

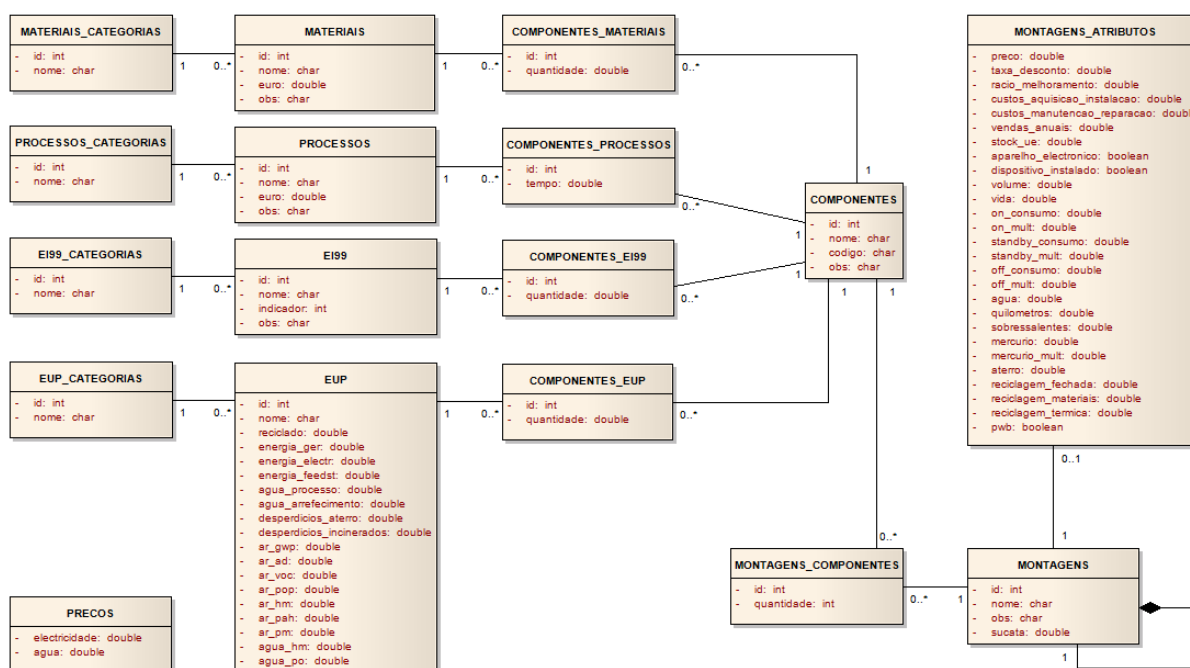



Figura 31 – Modelo de Dados do FRED[25]

A entidades principais são "Materiais", "Processos", "EI99" e "EuP", sendo os dois últimos referentes a indicadores ecológicos de EcoDesign. Associados a estas entidades são as respectivas parametrizações de categorias, nomeadamente, "Materiais_Categorias", "Processos_Categorias", "EI99_Categorias" e "EuP_Categorias".

Os "Componentes" são representados por uma entidade própria e estão relacionados com as anteriores pelas associações "Componentes_Materiais", "Componentes_Processos", "Componentes_EI99", "Componentes_EuP".

As montagens são representadas por duas entidades: a "Montagens_Atributos" destina-se especificamente às montagens principais; a "Montagens" representa toda a hierarquia recursiva de submontagens.

A relação de composição de montagens a componentes é representada pela associação "Montagens_Componentes".

[25] Uma versão mais legível pode ser encontrada no Anexo M – Modelo de dados do FRED.

A entidade "Preços" destina-se a permitir efectuar as operações necessárias com os tarifários de electricidade e água.

8.8 Programação

Com vista aos melhoramentos futuros do FRED, tentou-se modularizar ao máximo toda a programação, separando-a convenientemente em bibliotecas, funções e ficheiros.

8.8.1 Folhas de Estilo

Existem duas folhas de estilo (CSS) associadas à geração das páginas do FRED:

- **fred.css** – versão optimizada para o ecrã;
- **fred-print.css** – versão optimizada para impressão – elimina os fundos das páginas e das tabelas, coloca a cor de todo o texto a preto, introduz caixilhos nas células das tabelas, introduz cabeçalhos e rodapés específicos para a impressão e elimina as áreas e ícones desnecessários.

Através de comandos XHTML específicos presentes em todas as páginas, o *browser* é capaz de interpretar o destino dado a cada página (visualização no ecrã ou impressão) e utilizar a versão das folhas de estilo correspondente.

8.8.2 Páginas em XHTML

Só existem três páginas XHTML estáticas:

- **ajuda.html** – manual de instruções do FRED.
- **index.html** – página inicial do FRED onde são apresentadas as mensagens de *copyright* e a versão do programa;
- **menu**.**html –** página com as dez áreas que constituem o menu principal do FRED.

Todas as outras páginas são geradas dinamicamente através das bibliotecas PHP.

8.8.3 Bibliotecas PHP

A esmagadora maioria das páginas do FRED são geradas dinamicamente a partir de funções contidas nas bibliotecas PHP que unem as partes estáticas com os conteúdos provenientes da base de dados. Para além da geração de páginas, algumas bibliotecas PHP são responsáveis pela manipulação da base de dados e dos dados propriamente ditos.

8.8.3.1 Operações na base de dados

Todas as operações respeitantes a manipulações da base de dados encontram-se no ficheiro **bd.php**. As funções existentes nesta biblioteca incluem:

- Ligar e desligar a base de dados – Todas as páginas que necessitam de efectuar *queries* à base de dados começam por ligá-la no início da construção da página e fecham essa ligação logo que não seja necessária, por motivos de desempenho da própria base de dados.
- *Inserts* – Introdução de valores nas tabelas da base de dados.
- *Deletes* – Apagar registos nas tabelas da base de dados.
- *Selects* – Obtenção de dados das tabelas através de um determinado conjunto de condições (*queries*).

- *Updates* – Actualização de dados nas tabelas da base de dados.

8.8.3.2 Formulários de inserção de dados

As páginas que solicitam a inserção de dados por parte dos utilizadores são geradas pelas seguintes bibliotecas:

- **form_ins_componentes_componente.php** – formulário para inserir componentes;
- **form_ins_ei99_categoria.php** – formulário para inserir categorias de indicadores Eco-indicator 99;
- **form_ins_ei99-ei99.php** – formulário para inserir indicadores Eco-indicator 99;
- **form_ins_eup-categoria.php** – formulário para inserir categorias de indicadores EuP EcoReport;
- **form_ins_eup_eup.php** – formulário para inserir indicadores EuP EcoReport;
- **form_ins_materiais_categoria.php** – formulário para inserir categorias de materiais;
- **form_ins_materiais_material.php** – formulário para inserir materiais;
- **form_ins_montagens_montagem.php** – formulário para inserir montagens;
- **form_ins_processos_categoria.php** – formulário para inserir categorias de processos;
- **form_ins_processos_processo.php** – formulário para inserir processos.

8.8.3.3 Inserção de dados

As inserções de dados nas tabelas da base de dados provenientes dos formulários são tratadas por estas bibliotecas:

- **ins_componentes_componente.php** – inserir componentes;
- **ins_ei99_categoria.php** – inserir categorias de indicadores Eco-indicator 99;
- **ins_ei99_ei99.php** – inserir indicadores Eco-indicator 99;
- **ins_eup_categoria.php** – inserir categorias de indicadores EuP EcoReport;
- **ins_eup_eup.php** – inserir indicadores EuP EcoReport;
- **ins_materiais_categoria.php** – inserir categorias de materiais;
- **ins_materiais_material.php** – inserir materiais;
- **ins_montagens_montagem.php** – inserir montagens;
- **ins_processos_categoria.php** – inserir categorias de processos;
- **ins_processos_processo.php** – inserir processos;

8.8.3.4 Formulários de actualização de dados

As páginas que actualizam os dados existentes são geradas pelas seguintes bibliotecas:

- **form_upd_categorias_categoria.php** – formulário para actualizar categorias;
- **form_upd_componentes_componente.php** – vactualizar componentes;
- **form_upd_ei99_categoria.php** – formulário para actualizar categorias de indicadores Eco-indicator 99;
- **form_upd_ei99_ei99.php** – formulário para actualizar indicadores Eco-indicator 99;
- **form_upd_eup_categoria.php** – vactualizar categorias de indicadores EuP EcoReport;
- **form_upd_eup_eup.php** – formulário para actualizar indicadores EuP EcoReport;
- **form_upd_materiais_categoria.php** – formulário para actualizar categorias de materiais;
- **form_upd_materiais_material.php** – formulário para actualizar materiais;

- **form_upd_montagens_montagem.php** – formulário para actualizar montagens (dados relativos à produção);
- **form_upd_montagens_montagem_dist.php** – formulário para actualizar montagens (dados relativos à distribuição);
- **form_upd_montagens_montagem_fdvd.php** – formulário para actualizar montagens (dados relativos ao fim-de-vida);
- **form_upd_montagens_montagem_util.php** – formulário para actualizar montagens (dados relativos à utilização);
- **form_upd_precos.php** – formulário para actualizar preçário (electricidade e água);
- **form_upd_processos_categoria.php** – formulário para actualizar categorias de processos;
- **form_upd_processos_processo.php** – formulário para actualizar processos.

8.8.3.5 Actualização de dados

As actualizações de dados nas tabelas da base de dados provenientes dos formulários de actualização são tratadas por estas bibliotecas:

- **upd_componentes_componente.php** – actualizar componentes;
- **upd_ei99_categoria.php** – actualizar categorias de indicadores Eco-indicator 99;
- **upd_ei99_ei99.php** – actualizar indicadores Eco-indicator 99;
- **upd_eup_categoria.php** – actualizar categorias de indicadores EuP EcoReport;
- **upd_eup_eup.php** – actualizar indicadores EuP EcoReport;
- **upd_materiais_categoria.php** – actualizar categorias de materiais;
- **upd_materiais_material.php** – actualizar materiais;
- **upd_montagens_montagem.php** – actualizar montagens;
- **upd_precos.php** – actualizar preçário (electricidade e água);
- **upd_processos_categoria.php** – actualizar categorias de processos
- **upd_processos_processo.php** – actualizar processos

8.8.3.6 Utilitários

Algumas funções são utilizadas por todas as páginas e outras, pelo seu grau de abstracção, são utilizadas em mais do que uma página. Todas estas funções estão compiladas na biblioteca **geral.php**. Nesta biblioteca estão incluídas as subrotinas de início e fecho das páginas, construção da barra de ferramentas, etc.

8.8.3.7 Gestão

As áreas correspondentes à gestão são tratadas pelas bibliotecas que se seguem:

- **gerir_componentes.php** – gerir componentes;
- **gerir_ei99.php** – gerir indicadores Eco-indicator 99;
- **gerir_eup.php** – gerir indicadores EuP EcoReport;
- **gerir_materiais.php** – gerir materiais;
- **gerir_montagens.php** – gerir montagens;
- **gerir_processos.php** – gerir processos.

8.8.3.8 Geração de relatórios

As páginas que perguntam ao utilizador qual a montagem escolhida para gerar os relatórios EuP EcoReport e EI99 EcoReport são geradas pelas seguintes bibliotecas:

- **form_report_ei99.php** – escolha da montagem para a geração do EI99 EcoReport;
- **form_report_eup.php –** escolha da montagem para a geração do EuP EcoReport.

As páginas que geram os relatórios EuP EcoReport e EI99 EcoReport são geradas pelas seguintes bibliotecas:

- **report_ei99.php** – gera o relatório EI99 EcoReport a partir da montagem que for escolhida;
- **report_eup.php** – gera o relatório EuP EcoReport a partir da montagem que for escolhida;

8.8.4 Cálculos

8.8.4.1 Eco-indicator 99

O valor do Eco-indicator de uma montagem é obtido a partir da soma dos indicadores parciais de cada um dos seus componentes. Para cada componente *c* de uma montagem com *m* componentes, existem *n* indicadores EI99 associados, cada um multiplicado por um determinado quantificador.

$$EI99_{montagem} = \sum_{c=1}^{m}\left(\sum_{d=1}^{n} EI99_{c,d} \times quant_{c,d}\right)$$

Equação 1 – Cálculo do Eco-indicator 99 de uma montagem

8.8.4.2 EuP EcoReport

Os cálculos do EuP EcoReport tiveram que ser obtidos por observação do comportamento da folha de cálculo disponibilizada pela VHK, uma vez que não se encontram todos descritos na bibliografia.

Devido à maior complexidade e quantidade dos parâmetros envolvidos, nos cálculos que se seguem utiliza-se a seguinte notação para identificar um elemento $v_{i,j}$ (valor presente na linha “i”, coluna “j”) em cada tabela.

Tabela 8 – Notação para as linhas “i” das tabelas EuP EcoReport

Linhas “i”	Significado
1	Bulk Plastics
2	TecPlastics
3	Ferro
4	Non-ferro
5	Coating
6	Electronics
7	Misc
8	Energia Total
9	Da qual, Electricidade
10	Água (Processo)
11	Água (Arrefecimento)
12	Desperdícios Não Perigosos/Aterro
13	Desperdícios Perigosos (Incinerados)
14	Gases de Efeito de Estufa
15	Depleção da Camada de Ozono
16	Acidificação
17	Compostos Orgânicos Voláteis
18	Poluentes Orgânicos Persistentes
19	Metais Pesados (Ar)
20	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos
21	Partículas Materiais
22	Metais Pesados (Água)
23	Eutrofização

Tabela 9 – Notação para as colunas “j” das tabelas do EuP EcoReport

Coluna “j”	Significado
1	**Material**
2	**Fabrico**
3	**Total da Produção**
4	**Distribuição**
5	**Utilização**
6	**Eliminação / Débito**
7	**Reciclagem / Crédito**
8	**Total do Fim-de-Vida**
9	**Total Final**

Existem também categorias especiais que são referidas nas equações pelos seus nomes e não pelos seus índices. Estas categorias englobam vários materiais ou processos dos indicadores EuP EcoReport.

Tabela 10 – Categorias Especiais dos indicadores EuP EcoReport

Categoria Especial	Materiais e Processos Incluídos
Foundries Fe/Cu/Zn	**23 – Cast iron** **31 – CuZn38 cast** **32 – ZnAl4 cast**
Foundries Al/Mg	**27 – Al diecast** **33 – MgZn5 cast**
Sheetmetal	**30 – Cu tube/sheet** **26 – Al sheet/extrusion** **25 – Stainless 18/8 coil** **21 – St sheet galv.** **24 – Ferrite**
PWB assembly	**44 – big caps & coils** **45 – slots / ext. ports** **46 – IC's avg., 5% Si, Au** **48 – SMD/ LED's avg.** **49 – PWB 1/2 lay 3.75kg/m2** **50 – PWB 6 lay 4.5 kg/m2** **51 – PWB 6 lay 2 kg/m2** **52 – Solder SnAg4Cu0.5**

8.8.4.2.1 Impacto do ciclo-de-vida do produto

O “Total” (j = 3) correspondente à “Produção da tabela “Materiais” ($1 \leq i \leq 7$) equivale ao somatório dos pesos dos *n* materiais presentes na *input worksheet* pertencentes a cada categoria *i*:

$$v_{i,3} = \sum_{k=1}^{n} peso_{k\,i} \; \forall \; (1 \leq i \leq 7)$$

Equação 2 – Total correspondente à produção da tabela “Materiais” (KEMNA *et al*, 2005)

Os valores da coluna “Eliminação” (j = 6) correspondente ao “Fim-de-Vida” da tabela “Materiais” ($1 \leq i \leq 7$) estão dependentes da categoria *i* associada:

$$v_{i,6} = \begin{cases} v_{i,3} \times reciclagem_{térmica} \;\; \forall \; (1 \leq i \leq 2) \\ v_{i,3} \times aterro \;\; \forall \; (3 \leq i \leq 5) \vee (i = 7) \\ v_{i,3} - v_{i,7} \;\; se \;\; i = 6 \end{cases}$$

Equação 3 – Valores da coluna “Eliminação” da tabela “Materiais” (KEMNA *et al*, 2005)

Os valores da coluna “Reciclagem” (j = 7) correspondente ao “Fim-de-Vida” da tabela “Materiais” ($1 \leq i \leq 7$) estão dependentes da categoria *i* associada:

$$v_{i,7} = \begin{cases} v_{i,3} - v_{i,6} \;\; \forall \; (1 \leq i \leq 5) \vee (i = 7) \\ \left(0{,}25 \times \sum_{k=1}^{n} peso_{k\,PWB\;assembly}\right) \; se \;\; ((i = 6) \wedge (pwb = 0)) \\ \left(0{,}5 \times \sum_{k=1}^{n} peso_{k\,PWB\;assembly}\right) \; se \;\; ((i = 6) \wedge (pwb = 1)) \end{cases}$$

Equação 4 – Valores da coluna “Reciclagem” da tabela “Materiais” (KEMNA *et al*, 2005)

Os valores da coluna “Material” (j = 1) das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” ($8 \leq i \leq 23$) obtêm-se da seguinte forma:

$$v_{i,1} = \sum_{k=1}^{n} peso_k \times indicador_{k,i} \times 0{,}001$$

Equação 5 – Valores da coluna “Material” das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” (KEMNA *et al*, 2005)

Os valores da coluna “Fabrico” (j = 2) das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” ($8 \leq i \leq 23$) obtêm-se da seguinte forma:

$$v_{i,2} = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 \;\; \forall \; (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 6 – Valores da coluna “Fabrico” das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” (KEMNA *et al*, 2005)

Em que:

$$a_1 = \sum_{k=1}^{n} (peso_{k_{Bulk+Tec\ Plastics}}) \times 0{,}001 \times indicador_{i,all\ plastic\ parts}$$

$$a_2 = \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k_{Foundries\ Fe/Cu/Zn}}\right) \times 0{,}001 \times indicador_{i,Foundries\ Fe/Cu/Zn}$$

$$a_3 = \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k_{Foundries\ Al/Mg}}\right) \times 0{,}001 \times indicador_{Foundries\ Al/Mg}$$

$$a_4 = \sum_{k=1}^{n} (peso_{k_{Sheetmetal}}) \times 0{,}001 \times indicador_{i,Sheetmetal\ Plant}$$

$$a_5 = \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k_{PWB\ assembly}}\right) \times 0{,}001 \times indicador_{i,PWB\ assembly}$$

$$a_6 = \sum_{k=1}^{n} (peso_{k_{Sheetmetal}}) \times sucata \times 0{,}001 \times indicador_{i,Sheetmetal\ scrap}$$

Equação 7 – Factores intervenientes na Equação 6

Os valores da coluna “Distribuição” (j = 4) das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” ($8 \leq i \leq 23$) obtêm-se da seguinte forma:

$$v_{i,4} = b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 + b_6 \quad \forall\ (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 8 – Valores da coluna “Distribuição” das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” (KEMNA *et al*, 2005)

Em que:

$$(b_1 = 1 \times indicador_{i,per\ product})\ se\ volume > 0$$
$$(b_2 = volume \times indicador_{i,per\ m3\ CE\&ICT})\ se\ aparelho_{electronico} = 1$$
$$(b_3 = volume \times indicador_{i,per\ m3\ appliances})\ se\ aparelho_{electronico} = 0$$

$$(b_4 = volume \times indicador_{i,per\ m3\ retail\ product})\ se\ aparelho_{instalado} = 0$$
$$(b_5 = volume \times indicador_{i,per\ m3\ installed\ product})\ se\ aparelho_{instalado} = 1$$
$$(b_6 = volume \times indicador_{i,per\ m3\ retail\ product})\ se\ aparelho_{instalado} = 0$$

Equação 9 – Factores intervenientes na Equação 8

Se o valor de *i* for igual a 10, multiplicam-se os factores a_2, a_3, a_4, a_5 e a_6 por 0,001.

Os valores da coluna “Utilização” (j = 5) das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” ($8 \leq i \leq 23$) obtêm-se da seguinte forma:

$$v_{i,5} = c_1 + c_2 + c_3 \quad \forall \, (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 10 – Valores da coluna "Utilização" das tabelas "Outros Recursos e Desperdícios", "Emissões (Ar)" e "Emissões (Água)" (KEMNA *et al*, 2005)

Em que:

$$c_1 = \left((cons_{on} \times mult_{on}) + (cons_{off} \times mult_{off}) + (cons_{stb} \times mult_{stb}) \right) \times 0{,}001 \times vida \times indicador_{i,Electricity \; per \; MWh}$$
$$c_2 = quilometros \times indicador_{i,Mini-van \; diesel}$$
$$c_3 = 0{,}01 \times (v_{i,1} + a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6)$$

Equação 11 – Factores intervenientes na Equação 10

Os valores da coluna "Débito" (j = 6) das tabelas "Outros Recursos e Desperdícios", "Emissões (Ar)" e "Emissões (Água)" (8 ≤ i ≤ 23) obtêm-se da seguinte forma:

$$v_{i,6} = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad \forall \, (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 12 – Valores da coluna "Débito" das tabelas "Outros Recursos e Desperdícios", "Emissões (Ar)" e "Emissões (Água)" (KEMNA *et al*, 2005)

Em que:

$$d_1 = \sum_{k=1}^{n} (peso_k) \times 0{,}05 \times 0{,}001 \times indicador_{i,Landfill}$$
$$d_2 = \left(0{,}5 \times \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k_{PWB \; assembly}} \right) + \left(\sum_{k=1}^{n} (peso_{k \; Bulk+Tec \; Plastics}) \times reciclagem_{térmica} \times 0{,}001 \times indicador_{i,Incinerated} \right) \right) \; se \; (pwb = 1)$$
$$d_3 = \left(0{,}25 \times \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k_{PWB \; assembly}} \right) + \left(\sum_{k=1}^{n} (peso_{k \; Bulk+Tec \; Plastics}) \times reciclagem_{térmica} \times 0{,}001 \times indicador_{i,Incinerated} \right) \right) \; se \; (pwb = 0)$$

$$d_4 = \left(\sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k_{Bulk+Tec \; Plastics}} \right) \times reciclagem_{fechada} + \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k_{Bulk+Tec \; Plastics}} \right) \times reciclagem_{materiais} \right) \times 0{,}001 \times indicador_{i,plastics \; reuse \; recycling}$$

Equação 13 – Factores intervenientes na Equação 12

Os valores da coluna "Crédito" (j = 7) das tabelas "Outros Recursos e Desperdícios", "Emissões (Ar)" e "Emissões (Água)" (8 ≤ i ≤ 23) obtêm-se da seguinte forma:

$$v_{i,7} = e_1 + e_2 + e_3 + e_4 + e_5 \quad \forall \, (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 14 – Valores da coluna "Crédito" das tabelas "Outros Recursos e Desperdícios", "Emissões (Ar)" e "Emissões (Água)" (KEMNA *et al*, 2005)

Em que:

$$e_1 = 0{,}75 \times \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k\,Bulk\,+Tec\,Plastics}\right) \times 0{,}001 \times reciclagem_{fechada} \times indicador_{i,PP}$$

$$e_2 = 0{,}5 \times \sum_{k=1}^{n} \left(peso_{k\,Bulk\,+Tec\,Plastics}\right) \times 0{,}001 \times reciclagem_{materiais} \times indicador_{i,PP}$$

$$e_3 = \sum_{k=1}^{n} \left(peso_k\right) \times 0{,}001 \times \frac{indicador_{i,feedstock,k}}{1176} \times indicador_{i,Oil\,\eta 85\%atm}$$

$$e_4 = \left(0{,}25 \times \sum_{k=1}^{n} peso_{k\,PWB\,assembly}\right) \; se \; (pwb = 0)$$

$$e_5 = \left(0{,}5 \times \sum_{k=1}^{n} peso_{k\,PWB\,assembly}\right) \; se \; (pwb = 1)$$

Equação 15 – Factores intervenientes na Equação 14

No caso da linha “Energia Total” (i = 8), coluna “Crédito” (j = 7), o factor e_3 passa a ser:

$$e_3 = \sum_{k=1}^{n} \left(peso_k\right) \times 0{,}001 \times reciclagem_{térmica} \times indicador_{i,feedstock}$$

Equação 16 – Ajuste do factor e_3 da Equação 14

O “Total” (j = 3) correspondente à “Produção” das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” ($8 \leq i \leq 23$) obtém-se da seguinte forma:

$$v_{i,8} = v_{i,1} + v_{i,2} \;\; \forall \; (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 17 – Totais correspondentes à “Produção” das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” (KEMNA *et al*, 2005)

O “Total” (j = 8) correspondente ao “Fim-de-Vida” da tabela “Materiais” ($1 \leq i \leq 7$) obtém-se da seguinte forma:

$$v_{i,8} = v_{i,6} + v_{i,7} \;\; \forall \; (1 \leq i \leq 7)$$

Equação 18 – Total correspondente ao “Fim-de-vida” da tabela “Materiais” (KEMNA *et al*, 2005)

O “Total” (j = 8) correspondente ao “Fim-de-Vida” das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” ($8 \leq i \leq 23$) obtém-se da seguinte forma:

$$v_{i,8} = v_{i,6} - v_{i,7} \ \forall\ (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 19 – Totais correspondentes ao “Fim-de-Vida” das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” (KEMNA *et al*, 2005)

O “Total” (j = 9) da tabela “Materiais” ($1 \leq i \leq 7$) obtém-se da seguinte forma:

$$v_{i,9} = v_{i,3} - v_{i,8} \ \forall\ (1 \leq i \leq 7)$$

Equação 20 – Total da tabela “Materiais” (KEMNA *et al*, 2005)

O “Total” (j = 9) das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água) ($8 \leq i \leq 23$) obtém-se da seguinte forma:

$$v_{i,9} = v_{i,3} + v_{i,4} + v_{i,5} + v_{i,8} \ \forall\ (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 21 – Totais das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” (KEMNA *et al*, 2005)

No final, os valores da “Eutrofização” (i = 23) da tabela “Emissões Água” vêm multiplicados por 0,001 em todas as colunas ($1 \leq j \leq 9$).

$$v_{23,j} \rightarrow 0{,}001 \times v_{23,j}$$

Equação 22 – Ajuste da linha “Eutrofização” da tabela “Emissões (Água)”

8.8.4.2.2 Impacto total na UE de novos produtos produzidos (2005) (ao longo da sua vida)

Todos os valores das tabelas deste subcapítulo ($v'_{i,j}$) são calculados a partir dos valores presentes no subcapítulo 8.8.4.2.1 ($v_{i,j}$).

$$v'_{i,j} = 0{,}001 \times v_{i,j} \times vendas_{anuais} \ \forall\ ((1 \leq i \leq 23) \wedge (1 \leq j \leq 9))$$

Equação 23 – Valores das tabelas “Impacto total na UE de novos produtos produzidos (2005) (ao longo da sua vida)” (KEMNA *et al*, 2005)

8.8.4.2.3 Impacto total do stock de produtos na UE produzidos (2005) (produzidos, em uso, descartados)

Os dados relativos à tabela “Materiais” ($1 \leq i \leq 7$) correspondem aos dados presentes na tabela “Materiais” do subcapítulo 8.8.4.2.2.

Na tabela “Outros Recursos e Desperdícios” ($8 \leq i \leq 13$), os dados correspondentes às colunas “Produção” ($1 \leq j \leq 3$) e “Distribuição” (j = 4) correspondem aos dados presentes na tabela “Outros Recursos e Desperdícios” do subcapítulo 8.8.4.2.2.

Na tabela “Emissões (Ar)” ($14 \leq i \leq 21$), os dados correspondentes às colunas “Produção” ($1 \leq j \leq 3$), “Distribuição” (j = 4) e “Fim-de-Vida” ($6 \leq j \leq 8$) correspondem aos dados presentes na tabela “Emissões (Ar)” do subcapítulo 8.8.4.2.2.

Na tabela “Emissões (Água)” ($22 \leq i \leq 23$), os dados correspondentes às colunas “Produção” ($1 \leq j \leq 3$), “Distribuição” ($j = 4$) e “Fim-de-Vida” ($6 \leq j \leq 8$) correspondem aos dados presentes na tabela “Emissões (Água)” do subcapítulo 8.8.4.2.2.

Para as tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” ($8 \leq i \leq 23$), os valores ($v''_{i,j}$) da coluna “Utilização” ($j = 5$) são calculados a partir dos valores respectivos do subcapítulo 8.8.4.2.1 ($v_{i,j}$):

$$v''_{i,j} = 0{,}001 \times stock_{ue} \times \left(\frac{v_{i,j}}{vida}\right) \times racio_{melhoramento} \quad \forall\, ((8 \leq i \leq 23) \wedge (j = 5))$$

Equação 24 – Valores correspondentes à fase de utilização (KEMNA *et al*, 2005)

Os valores das colunas correspondentes ao “Fim de Vida” ($6 \leq j \leq 8$) da tabela “Outros Recursos e Desperdícios” ($8 \leq i \leq 13$) são calculados a partir dos valores respectivos do subcapítulo 8.8.4.2.1 ($v_{i,j}$):

$$v''_{i,j} = 0{,}001 \times v_{i,j} \times vendas_{anuais} \quad \forall\, ((8 \leq i \leq 13) \wedge (6 \leq j \leq 8))$$

Equação 25 – Valores correspondentes ao fim-de-vida (KEMNA *et al*, 2005)

O “Total” ($j = 9$) das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água) ($8 \leq i \leq 23$) obtêm-se da seguinte forma:

$$v''_{i,9} = v''_{i,3} + v''_{i,4} + v''_{i,5} + v''_{i,8} \quad \forall\, (8 \leq i \leq 23)$$

Equação 26 – Totais das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” (KEMNA *et al*, 2005)

8.8.4.2.4 Sumário dos impactos ambientais stock UE (2005)

Os dados relativos a esta tabela correspondem aos totais presentes na última coluna “Total” ($j = 9$) das tabelas “Outros Recursos e Desperdícios”, “Emissões (Ar)” e “Emissões (Água)” do subcapítulo 8.8.4.2.3.

8.8.4.2.5 Custos do ciclo-de-vida e expedição anual total na UE-25 (2005)

Nesta tabela existem duas colunas: uma respeitante aos custos do ciclo-de-vida para um novo produto (expressa em Euro) e outra respeitante à expedição anual total para os consumidores da União Europeia a 25 países (expressa em milhões de Euro).

O preço do produto (preco) e os custos de instalação/aquisição ($custos_{ia}$) são obtidos directamente a partir dos dados introduzidos pelo utilizador. Outros dados fornecidos pelo utilizador e úteis na construção desta tabela são os custos de manutenção/reparação ($custos_{mr}$), as vendas anuais ($vendas_{anuais}$), a taxa de desconto ($taxa_{desc}$), a vida do produto (vida), o rácio de melhoramento global (rmg), o consumo em modo *on* ($cons_{on}$), o consumo em modo *off* ($cons_{off}$), o consumo em modo *standby* ($cons_{stb}$), o número de horas por ano em modo *on* ($mult_{on}$), o número de horas por ano em modo *off* ($mult_{off}$), o número de horas por ano em modo *standby* ($mult_{stb}$), o preço da electricidade ($preco_{elec}$), o preço da água ($preco_{agua}$) e o *stock* na União Europeia ($stock_{ue}$).

O factor de valor presente (fvp) é utilizado em algumas fórmulas.

$$\frac{1-\left(\frac{1}{(1+taxa_{desc})^{vida}}\right)}{taxa_{desc}}$$

Equação 27 – Factor de valor presente (KEMNA *et al*, 2005)

Apresentam-se agora as fórmulas utilizadas na construção desta tabela.

$$preco \times vendas_{anuais}$$

Equação 28 – Preço do produto (expedição anual) (KEMNA *et al*, 2005)

$$custos_{ia} \times vendas_{anuais}$$

Equação 29 – Custos de instalação/aquisição (expedição anual) (KEMNA *et al*, 2005)

$$fvp \times preco_{elec} \times \left((cons_{on} \times mult_{on}) + \left(cons_{off} \times mult_{off}\right) + (cons_{stb} \times mult_{stb})\right)$$

Equação 30 – Electricidade (produto novo) (KEMNA *et al*, 2005)

$$\left((cons_{on} \times mult_{on}) + \left(cons_{off} \times mult_{off}\right) + (cons_{stb} \times mult_{stb})\right) \times stock_{ue} \times preco_{elec} \times rmg$$

Equação 31 – Electricidade (expedição anual) (KEMNA *et al*, 2005)

$$agua \times fvp \times preco_{agua}$$

Equação 32 – Água (produto novo) (KEMNA *et al*, 2005)

$$agua \times stock_{ue} \times preco_{agua} \times rmg$$

Equação 33 – Água (expedição anual) (KEMNA *et al*, 2005)

$$\frac{custos_{mr} \times fvp}{vida}$$

Equação 34 – Custos de manutenção e reparação (produto novo) (KEMNA *et al*, 2005)

$$\frac{custos_{mr} \times stock_{ue}}{vida}$$

Equação 35 – Custos de manutenção e reparação (expedição anual) (KEMNA *et al*, 2005)

Finalmente, somam-se os valores das duas colunas para dar origem aos totais.

8.8.4.3 Custos

Os custos de uma montagem são obtidos a partir da soma dos custos dos seus componentes. Para cada componente *c* de uma montagem com *m* componentes, existem *n* materiais associados (cada um com um determinado peso e custo por Kg) e *p* processos (cada um com um determinado tempo de execução e custo por minuto).

$$Custos_{monta\ gem} = \sum_{c=1}^{m}\left(\sum_{d=1}^{n}\left(peso_{material\ c,d} \times custo_{material\ c,d}\right) + \sum_{e=1}^{p}\left(tempo_{processo\ c,e} \times custo_{processo\ c,e}\right)\right)$$

Equação 36 – Custos de uma montagem

8.9 Interfaces com o utilizador

8.9.1 Página inicial

No ecrã respeitante à página inicial, o personagem FRED dá as boas-vindas (Figura 32). Vestido com cores ecológicas, deixa transparecer que o seu pensamento está sempre sintonizado na preservação do planeta Terra. Ao seu lado, apresenta-se o *lettering* identificador do *software*. Tanto o personagem como o *lettering* dão acesso ao menu principal do programa. Aqui estão presentes também o número da versão do FRED e as mensagens de *copyright* do autor do *software* e dos autores dos algoritmos de cálculo do EuP EcoReport e do Eco-indicator 99. O fundo da página também invoca o pensamento ecológico através das cores.

Figura 32 – FRED – Página Inicial

8.9.2 Menu principal

O menu principal é composto por dez áreas (ver Figura 33). Na fila superior e ao centro, ganha relevo a “Ajuda”, que conduz o utilizador a uma breve explicação do funcionamento do programa. No lado esquerdo da “Ajuda”, figuram os geradores de relatórios “EuP EcoReport” e “EI99 EcoReport”. À direita e ainda na fila superior, encontram-se as áreas para “Gerir Montagens” e “Gerir Componentes”. Na fila inferior, tomam lugar as áreas administrativas mais genéricas. Começando pelo lado esquerdo, tem-se “Gerir Materiais”, “Gerir Processos”, “Gerir [Parâmetros do] EuP EcoReport”, “Gerir Indicadores EI99” e “Gerir Preçário”. Os ícones alusivos a cada entrada facilitam a escolha ao nível visual entre as diferentes áreas.

Na parte de baixo, surgem as declarações de conformidade do *software* com as normas da W3C (*World Wide Web Consortium*), respeitantes ao XHTML 1.0 Transitional e CSS Nível 2.1

Existem duas áreas omnipresentes em todo o *software*: no topo, o cabeçalho fornece o enquadramento da informação apresentada em cada página; no fundo, o rodapé inclui o nome do programa e a informação de *copyright*.

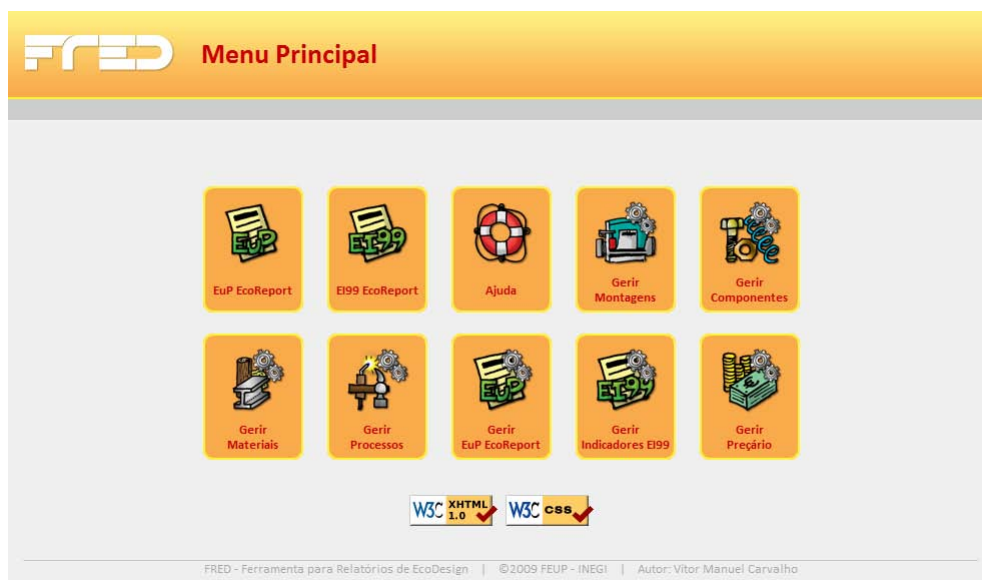



Figura 33 – FRED – Menu Principal

8.9.3 Gerir materiais

A página de gestão de materiais (ver Figura 34) apresenta no topo a barra de ferramentas com os comandos “Criar Nova Categoria” e “Criar Novo Material”. Indica-se depois a lista das categorias de materiais existentes com a possibilidade de se editar e apagar cada uma delas. Abaixo, organizados em categorias, figuram os materiais que constam na base de dados, com informação respeitante à designação, preço em Euro por quilograma, observações e com igual possibilidade de edição e eliminação.

Figura 34 – Fred – Gerir Materiais

8.9.3.1 Criar nova categoria

Ao criar-se uma nova categoria de material (ver Figura 35), o utilizador só tem de introduzir um nome para essa categoria e clicar no botão “Gravar”.

Figura 35 – FRED – Gerir Materiais: Criar Nova Categoria

8.9.3.2 Editar categoria

A edição de uma categoria permite alterar o seu nome. O formulário de edição é em tudo igual ao formulário para criação de uma nova categoria, com a particularidade do campo já vir preenchido com o nome actual dessa categoria. Ao utilizador cabe a tarefa de alterar o nome e submeter a informação através do botão “Gravar”.

8.9.3.3 Criar novo material

A introdução de um novo material (ver Figura 36) requer a especificação da categoria a que o material pertence, o nome identificativo, o preço em Euro por quilograma de material e algumas observações que se julguem pertinentes. Os materiais que já vêm com o *software* informam o utilizador através do campo observações os materiais e/ou processos compatíveis no EuP EcoReport e EI99 EcoReport.

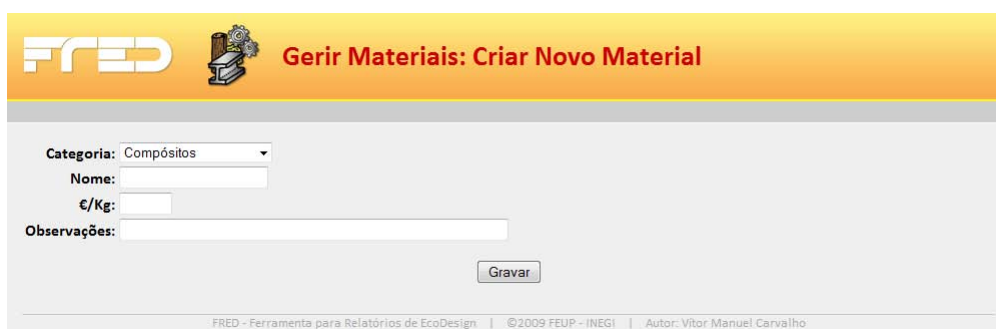



Figura 36 – FRED – Gerir Materiais: Criar Novo Material

8.9.3.4 Editar material

O formulário de edição de um material é em tudo igual ao formulário para criação de um novo material, com a particularidade dos campos já virem preenchidos com os valores obtidos da base de dados. Ao utilizador cabe a tarefa de alterar os campos desejados e submeter a informação através do botão “Gravar”.

8.9.4 Gerir processos

A página de gestão de processos (ver Figura 37) apresenta no topo a barra de ferramentas com os comandos "Criar Nova Categoria" e "Criar Novo Processo". Indica-se depois a lista das categorias de processos existentes com a possibilidade de se editar e apagar cada uma delas. Abaixo, organizados em categorias, figuram os processos que constam na base de dados, com informação respeitante à designação, preço em Euro por minuto, observações e com igual possibilidade de edição e eliminação.

Figura 37 – FRED – Gerir Processos

8.9.4.1 Criar nova categoria

Ao criar-se uma nova categoria de processos (ver Figura 38), o utilizador só tem de introduzir um nome para essa categoria e clicar no botão "Gravar".

Figura 38 – FRED – Gerir Processos: Criar Nova Categoria

8.9.4.2 Editar categoria

A edição de uma categoria permite alterar o seu nome. O formulário de edição é em tudo igual ao formulário para criação de uma nova categoria, com a particularidade do campo já vir preenchido com o nome actual dessa categoria. Ao utilizador cabe a tarefa de alterar o nome e submeter a informação através do botão "Gravar".

8.9.4.3 Criar novo processo

A introdução de um novo processo (ver Figura 39) requer a especificação da categoria a que o processo pertence, o nome identificativo, o preço em Euro por minuto de duração do processo e algumas observações que se julguem pertinentes. Os processos que já vêm com o *software* informam o utilizador através do campo observações dos materiais e/ou processos compatíveis no EuP EcoReport e EI99 EcoReport.

Figura 39 – FRED – Criar Novo Processo

8.9.4.4 Editar processo

O formulário de edição de um processo é em tudo igual ao formulário para criação de um novo processo, com a particularidade dos campos já virem preenchidos com os valores obtidos da base de dados. Ao utilizador cabe a tarefa de alterar os campos desejados e submeter a informação através do botão “Gravar”.

8.9.5 Gerir EuP EcoReport

A página de gestão de indicadores do EuP EcoReport (ver Figura 40) apresenta no topo a barra de ferramentas com os comandos “Criar Nova Categoria” e “Criar Novo Material ou Processo”. Indica-se depois a lista das categorias de materiais ou processos existentes com a possibilidade de se editar e apagar cada uma delas. Abaixo, organizados em categorias, figuram os indicadores respeitantes aos materiais ou processos que constam na base de dados, com informação respeitante a todos os parâmetros especificados previamente no subcapítulo 6.10.3 e com possibilidade de edição. Não é possível apagar os indicadores base uma vez que estes são necessários para os cálculos que geram o EuP EcoReport.

Nome	Editar	Apagar
Metais Ferrosos (Ferro)		
Outros		
Plásticos Correntes (BlkPlastics)		
Plásticos Técnicos (TecPlastics)		

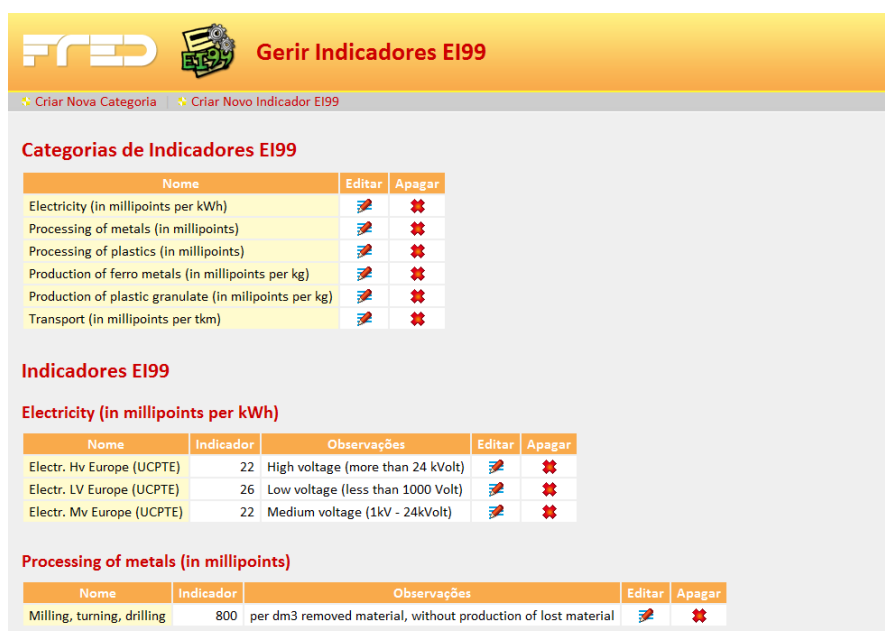
Material ou Processo	Rec. %	Energia			Água		Desperdícios		Emissões para o Ar							para a Água		Editar
		GER	electr	feedst	Água proc.	Água arref.	haz.	non-haz.	GWP	AD	VOC	POP	HM	PAH	PM	HM	PO_4	
		MJ	MJ	MJ	l	l	g	g	kg CO_2 eq.	g SO_2 eq.	mg	ng i-T_{eq}	mg Ni eq.	mg Ni eq.	g	mg Hg/20 eq.	mg PO_4 eq.	
Cast iron	85	10.00	0.13	-0.06	1.30	3.66	315.36	0.00	1.06	3.23	0.12	6.00	1.98	0.01	14.00	0.91	26.23	
Ferrite	0	50.60	3.42	0.11	39.33	0.00	2 582.28	0.00	4.24	11.15	0.20	39.00	35.93	0.00	4.06	2.36	78.63	
St sheet galv.	5	34.00	2.28	0.07	0.00	0.00	1 721.52	0.00	2.83	7.47	0.14	26.00	3.54	0.07	2.71	3.55	65.17	
St tube/profile	50	17.00	4.57	-0.16	0.00	0.00	800.69	0.00	1.38	3.59	0.12	12.00	2.59	0.03	1.00	1.57	38.33	
Stainless 18/8 coil	63	62.04	9.69	4.05	75.74	8.44	1 000.00	0.00	6.21	56.02	0.14	7.70	148.31	0.03	7.91	86.37	2 327.93	

Figura 40 – FRED – Gerir EuP EcoReport

Para maior legibilidade, se o utilizador passar o cursor do rato por cada uma das siglas ou abreviaturas da tabela aparecerá, por extenso, o seu significado.

8.9.5.1 Criar novo material ou processo

A introdução de um novo material ou processo (ver Figura 41) requer a especificação da categoria a que este pertence e o nome identificativo, seguindo-se depois todos os outros parâmetros divididos por secções: energia, água, desperdícios, emissões para a água e emissões para o ar.

Figura 41 – FRED – Gerir EuP EcoReport: Criar Novo Material ou Processo

Para maior legibilidade, à frente de cada parâmetro dos indicadores colocou-se entre parênteses a sigla ou abreviatura utilizada na tabela de gestão dos indicadores. Por outro lado, se o utilizador passar o cursor do rato por cada uma das unidades respeitantes aos dados introduzidos aparecerá, por extenso, o seu significado.

8.9.5.2 Editar material ou processo

O formulário de edição de um material ou processo é em tudo igual ao formulário para criação de um novo material ou processo, com a particularidade dos campos já virem preenchidos com os valores obtidos da base de dados. Ao utilizador cabe a tarefa de alterar os campos desejados e submeter a informação através do botão "Gravar".

8.9.6 Gerir indicadores EI99

A página de gestão de indicadores Eco-indicator 99 (ver Figura 42) apresenta no topo a barra de ferramentas com os comandos "Criar Nova Categoria" e "Criar Novo Indicador EI99". Indica-se depois a lista das categorias de indicadores Eco-indicator 99 existentes, com a possibilidade de se editar e apagar cada uma delas. Abaixo, organizados em categorias, figuram os indicadores respeitantes aos materiais ou processos que constam na base de dados, com informação respeitante ao seu nome, valor do indicador, observações e com possibilidade de edição e eliminação.

Figura 42 – FRED – Gerir Indicadores EI99

8.9.6.1 Criar nova categoria

Ao criar-se uma nova categoria de indicadores Eco-indicator 99 (ver Figura 43), o utilizador só tem de introduzir um nome para essa categoria e clicar no botão "Gravar".

Figura 43 – FRED – Gerir Indicadores EI99: Criar Nova Categoria

8.9.6.2 Editar categoria

A edição de uma categoria permite alterar o seu nome. O formulário de edição é em tudo igual ao formulário para criação de uma nova categoria, com a particularidade do campo já vir preenchido com o nome actual dessa categoria. Ao utilizador cabe a tarefa de alterar o nome e submeter a informação através do botão “Gravar”.

8.9.6.3 Criar novo indicador EI99

A introdução de um novo indicador Eco-indicator 99 (ver Figura 44) requer a especificação da categoria a que o indicador pertence, o nome identificativo, o valor do indicador e observações que se julguem pertinentes.

Figura 44 – FRED – Gerir Indicadores EI99: Criar Novo Indicador EI99

8.9.6.4 Editar indicadores EI99

O formulário de edição de um indicador Eco-indicator 99 é em tudo igual ao formulário para criação de um novo indicador, com a particularidade dos campos já virem preenchidos com os valores obtidos da base de dados. Ao utilizador cabe a tarefa de alterar os campos desejados e submeter a informação através do botão “Gravar”.

8.9.7 Gerir preçário

As tarifas respeitantes ao consumo de electricidade (expressas em €/kWh) e de água (expressas em €/m^3) são dados fundamentais para a elaboração do EuP EcoReport e podem ser alteradas nesta página (ver Figura 45).

Figura 45 – FRED – Gerir Preçário

8.9.8 Gerir componentes

A primeira página da gestão de componentes (ver Figura 46) mostra quase toda a informação associada a cada componente, incluindo o nome, código e observações. De seguida, e para cada componente, existem ícones sob a forma de semáforo que indicam se existe informação respeitante a materiais, processos, indicadores EuP EcoReport e EI99 EcoReport. No caso de existir informação, o ícone tem cor verde; se não existir, tem cor vermelha. A tabela finda com duas colunas que dão a possibilidade do utilizador editar e apagar cada um dos componentes.

Nome	Código	Observações	Materiais	Processos	EuP EcoReport	EI99 EcoReport	Editar	Apagar
Anilha M16	120202052	Nord-Lok Aço ZNA						
Batente	N05-0130	Nylon						
Calço	XQ-00343	CK45-DIN17200						
Deslocações para Manutenção, Reparação e Serviço		Numa mini-van						
Electricidade Consumida		MV Europa						
Fêmea "T"	N05-0129							
Fêmea Recartilhada	N05-0027							
Mesa	XQ-17858							
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45	120807113	DIN 912 12.9						
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70	120807175	DIN 912 12.9						
Parafuso Recartilhado	N04-0168							
Suporte da Matriz L=14x38 (M10)	XQ-03742							

Figura 46 – FRED – Gerir Componentes

8.9.8.1 Criar/editar novo componente

A criação de um novo componente (ver Figura 47) implica a atribuição de um nome e, como dados opcionais, o seu código interno e algumas observações que se julguem necessárias. A partir desse instante o componente é criado e apresenta-se o ecrã de edição do componente, onde é possível adicionar informação suplementar.

De seguida, o utilizador poderá juntar ao componente o número desejado de materiais (com o número de Kg utilizado), processos (com o tempo dispendido em minutos), indicadores EuP EcoReport (com o peso do material em Kg, embora seja convertido internamente em gramas) e indicadores EI99 EcoReport (em que a quantidade fica dependente da unidade de medida de cada indicador, explicitada no campo “Observações”. Para tal começa por escolher, na área respectiva, o material, processo, EuP ou EI99 através de listas, introduz o quantificador e clica no ícone “Adicionar”.

Para apagar dados que já tenham sido introduzidos, basta clicar no ícone “Apagar” respectivo.

Note-se que no que diz respeito aos materiais e processos, as observações apontam quais os indicadores que devem ser escolhidos no EuP EcoReport e no EI99 EcoReport.

Figura 47 – FRED – Criar Componente

8.9.8.2 Clonar componente existente

A clonagem de componentes permite criar uma instância equivalente a um que exista para se efectuarem alterações a partir de uma base comum.

8.9.9 Gerir montagens

O ecrã de gestão de montagens (ver Figura 48) apresenta todas as que existem, fornecendo informação respectiva ao nome e observações. Também é dada a possibilidade de editar ou apagar as montagens existentes.

Figura 48 – FRED – Gerir Montagens

8.9.9.1 Criar nova montagem

A criação de uma nova montagem implica a atribuição de um nome, algumas observações que se julguem necessárias e a percentagem de sucata de chapa metálica. A partir desse instante a montagem é criada e apresenta-se o ecrã da edição de montagem, onde é possível adicionar informação suplementar.

8.9.9.1.1 Produção

O primeiro passo do ciclo-de-vida é a produção (ver Figura 49). É aqui que se cria a montagem virtual da máquina através da adição de sub-montagens e de componentes.

Todas as montagens começam com uma montagem denominada “Principal”. Através dela começam a ser criadas as sub-montagens e componentes utilizados. Todas as montagens e sub-montagens são assinaladas por um ícone específico e pelo fundo amarelado das linhas. Para criar uma sub-montagem dentro de uma montagem ou sub-montagem existentes, basta escrever o nome dessa montagem e clicar no ícone criar.

Para criar um componente dentro de uma montagem ou sub-montagem existente, basta escolher o componente dentro da lista de componentes existentes, introduzir uma quantidade e clicar no ícone “Adicionar”.

Para eliminar um componente existente basta clicar no ícone “Apagar” respectivo. As montagens e sub-montagens que não têm componentes podem ser eliminadas e, neste caso, aparecerá o ícone “Apagar” respectivo.

Figura 49 – FRED – Gerir Montagens: Produção

8.9.9.1.2 Distribuição

A fase de distribuição (ver Figura 50) permite a introdução de valores para os atributos relacionados com esta etapa do ciclo-de-vida. São feitas também duas perguntas do tipo "Sim" / "Não". Para submeter os dados é necessário clicar no botão "Gravar".

Figura 50 – FRED – Gerir Montagens: Distribuição

8.9.9.1.3 Utilização

A fase de utilização (ver Figura 51) permite a introdução de valores para os atributos relacionados com esta etapa do ciclo-de-vida. Estes encontram-se estruturados por áreas. A saber, "Duração", "Consumos Energéticos", "Consumíveis (Excluindo Peças Sobressalentes) " e "Manutenção, Reparação e Serviço". Para submeter os dados é necessário clicar no botão "Gravar".

Figura 51 – FRED – Gerir Montagens: Utilização

8.9.9.1.4 Fim-de-vida

A fase de fim-de-vida (ver Figura 52) permite a introdução de valores para os atributos relacionados com esta etapa do ciclo-de-vida. Estes encontram-se estruturados por áreas. A saber, “Substâncias libertadas durante a vida do produto”, “Deposição: Custos ambientais por Kg do produto final ” e “Reutilização, benefício da reciclagem”. Para submeter os dados é necessário clicar no botão “Gravar”.

Figura 52 – FRED – Gerir Montagens: Fim-de-Vida

8.9.9.2 Clonar montagem

A clonagem de montagens permite criar uma instância equivalente a uma que exista para se efectuarem alterações a partir de uma base comum.

8.9.10 Gerar EuP EcoReport

Para que o FRED gere um EuP EcoReport, o utilizador só terá de indicar qual a montagem desejada.

No EuP EcoReport aparecem tabelas de dados organizadas por áreas.

- Área "Impacto do Ciclo de Vida do Produto (por unidade)"
    - Tabela "Materiais";
    - Tabela "Outros Recursos e Desperdícios";
    - Tabela "Emissões (Ar)";
    - Tabela "Emissões (Água)".
- Área "Impacto Total na UE de Novos Produtos Produzidos em 2005 (ao longo da sua vida)"
    - Tabela "Materiais";
    - Tabela "Outros Recursos e Desperdícios";
    - Tabela "Emissões (Ar)";
    - Tabela "Emissões (Água)".
- "Área Impacto Total do Stock de Produtos na UE Produzidos em 2005 (produzidos, em uso, descartados)"
    - Tabela "Materiais";

- Tabela “Outros Recursos e Desperdícios”;
    - Tabela “Emissões (Ar)”;
    - Tabela “Emissões (Água)”.
- Tabela “Sumário dos Impactos Ambientais Stock UE em 2005”
- Tabela “Custos do Ciclo de Vida e Expedição Anual Total na UE-25 em 2005”

Embora não faça parte do EuP EcoReport original, no final aparece a tabela “Cálculo dos Custos da Montagem”, com os custos individualizados por componente e soma de todos os custos ao nível da montagem e sub-montagens.

São assinalados todos os valores não contabilizados.

8.9.11 Gerar EI99 EcoReport

Para que o FRED gere um EI99 EcoReport, o utilizador só terá de indicar qual a montagem desejada.

No EI99 EcoReport aparecem tabelas de dados organizadas por áreas.

A tabela “Cálculo do Eco-indicator 99 da Montagem” apresenta a vista da montagem organizada por sub-montagens e componentes, apresentando os resultados parciais em mPt e também os resultados totais.

Embora não faça parte do EI99 EcoReport original, no final aparece a tabela “Cálculo dos Custos da Montagem”, com os custos individualizados por componente e soma de todos os custos ao nível da montagem e sub-montagens.

São assinalados todos os valores não contabilizados.

8.9.12 Ajuda

A página de ajuda permite familiarizar os utilizadores com a utilização do FRED, fornecendo os princípios gerais de funcionamento do programa.

9 Exemplo de Utilização do FRED

Para validar os resultados do FRED, utilizou-se o exemplo concreto de uma máquina-ferramenta. Neste capítulo analisa-se uma sub-montagem da quinadora ADIRA QIHD 11030.

9.1 Sub-montagem analisada (mesa)

A análise incidiu sobre a mesa da quinadora que é o órgão que serve de suporte e fixação da matriz. A Figura 53 apresenta a mesa vista de perfil e na sua versão explodida, segundo desenho fornecido pela ADIRA.

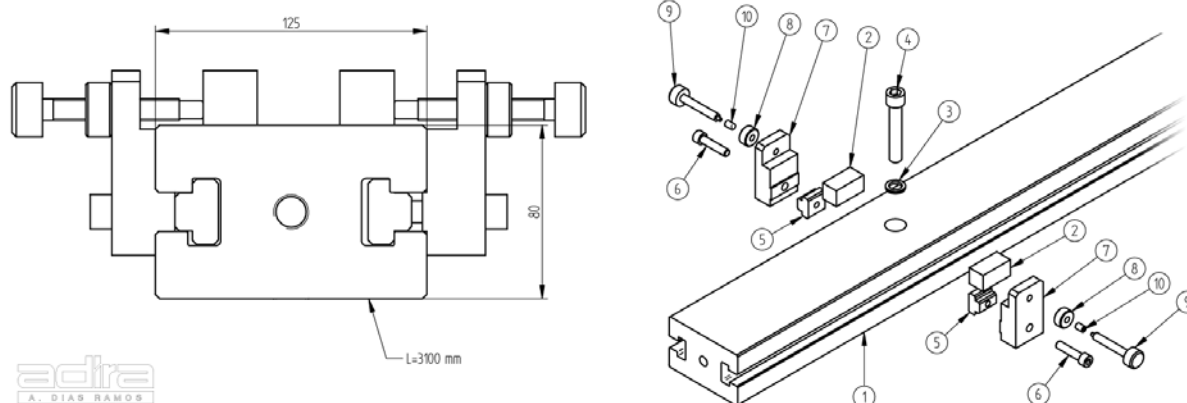



Figura 53 – Montagem da mesa (ADIRA, 2004)

A nomenclatura utilizada pela ADIRA para a identificação dos elementos constituintes é a que se segue:

1. Mesa
2. Calço
3. Anilha M16 Nord-Lok Aço ZNA
4. Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70 DIN 912 12.9
5. Fêmea T
6. Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45 DIN 912 12.9
7. Suporte da Matriz L=14x38 (M10)
8. Fêmea Recartilhada
9. Parafuso Recartilhado
10. Batente

Para se obter informação acerca destes constituintes, a ADIRA cedeu gentilmente uma folha de cálculo respeitante à mesa (ver Figura 54). No entanto, por não haver dados relativos a alguns custos, materiais e processos utilizados, foi necessário introduzir para esses casos

valores que não reflectem a realidade mas que, para efeitos comparativos, cumprem o seu propósito.

Materiais/Componentes							Processos				Custo Total
Nível	Código	Designação	Unidades	Peso Unitário (Kg)	Peso Total (Kg)	Custo (€)	Designação	Tempo por Peça (min)	Tempo Total (min)	Custo (€)	
0	XQ-17859	MONTAGEM DA MESA				1 195,86				812,40	1174,20
1	XQ-17858	MESA	1	200,486	200,490	334,43				726,00	1060,43
2	301100085	ACO,BARRA 130x85 -CK45-DIN17200	1	269,700	269,700	334,43	desempenar	2,00	2,00	3,00	
							rectificar	390,00	390,00	585,00	
							serralharia	91,00	91,00	136,50	
							inspeccionar/ensaiar	1,00	1,00	1,50	
1	XQ-00343	CALCO - CK45 (Aço em barra 32x20)	8	0,245	1,960	1,96				6,00	7,96
2		ACO,BARRA 32x20 -CK45-DIN17200	8	0,250	2,000	1,96	maquinar	0,50	4,00	6,00	
1	120202052	ANILHA M16 NORD-LOK AÇO ZNA	4			2,76					2,76
1	120807175	PARAF CIL SXT INT M16x70 DIN912 12.9	4			1,30					1,30
1	N05-0129	FÊMEA "T"	8	0,105	0,880	1,33				18,00	19,33
2	301108020	ACO,BARRA 32x20 -CK45-DIN17200	8	0,170	1,360	1,33	serrar	1,50	12,00	18,00	
1	120807113	PARAF CIL SXT INT M10x45 DIN912 12.9	8			0,72					0,72
1	XQ-03742	SUPORTE DA MATRIZ L=14x38 (M10)	8	0,735	5,880	10,56				43,20	53,76
2	301107030	ACO,BARRA 90x30 -CK45-DIN17200	8	1,200	9,600	10,56	serrar	1,80	14,40	21,60	
							maquinar	1,80	14,40	21,60	
1	N05-0027	FEMEA RECARTILHADA	8			3,20					3,20
1	N04-0168	PARAFUSO RECARTILHADO	8	0,092	0,736	3,14				19,20	22,34
2	313800025	ACO,REDONDO 25 -Ck45k-DIN17200	8	0,350	2,800	3,14	serrar	0,80	6,40	9,60	
							maquinar	0,80	6,40	9,60	
1	N05-0130	BATENTE	8	0,001	0,010	2,40					2,40
2		NYLON	8	0,001	0,010	2,40					

Custo dos Processos (€/min)	1,50

Custo dos Materiais (€/kg)	
Aço em Barra 130x85	1,24
Aço em Barra 32x20	0,98
Aço em Barra 90x30	1,10
Aço Redondo 25	1,12
Nylon	240,00

Figura 54 – Folha de cálculo com a especificação dos constituintes da mesa (adaptado de ADIRA, 2009)[26]

A linha magenta indica os totais para a montagem da mesa (nível 0). As linhas cor-de-laranja indicam os subtotais para os diversos constituintes (nível 1). Note-se que o peso final do constituinte é, na maior parte dos casos, inferior ao peso dos materiais utilizados, querendo isto dizer que houve desperdício de material. As linhas amarelas dizem respeito aos materiais e processos utilizados em cada constituinte (nível 2). As linhas a cinzento correspondem a constituintes comprados e que, por isso, só têm custo final associado.

9.2 Preparação dos dados para o EuP EcoReport

Foi gerado o EuP EcoReport utilizando a folha de cálculo original da empresa VHK.

A primeira coisa a fazer é reunir os materiais utilizados em categorias que possam ser colocadas no EuP EcoReport (ver Figura 55). Analisando a folha de cálculo fornecida pela ADIRA, constata-se que existem dois materiais identificáveis: o aço CK45 e o Nylon. Somaram-se os seus pesos, dando um total bruto de 285,460 Kg de aço CK45 e 0,010 Kg de Nylon. Como o EuP EcoReport só aceita valores em gramas, multiplicou-se cada um destes pesos por 1000. Relativamente às categorias e, consequentemente, materiais ou processos escolhidos no EuP EcoReport que reflectissem os materiais realmente empregues na mesa, optou-se pelo Steel Tube/Profile para o CK 45 (categoria Ferro) e PA 6 para o Nylon (categoria TecPlastics), por serem os que mais se aproximavam dos originais dentro dos que estavam disponíveis.

[26] Encontra-se uma versão mais legível no Anexo F – Folha de Cálculo cedida pela ADIRA respeitante à montagem da mesa da quinadora (adaptado de ADIRA, 2009).

Pos nr	MATERIALS Extraction & Production Description of component	Weight in g	Category Click &select	Material or Process select Category first !
1	Todos os componentes metálicos (CK45) da mesa	285460,0	3-Ferro	22-St tube/profile
2	Batente em Nylon que pertence à mesa	10,0	2-TecPlastics	11-PA 6

Figura 55 – EuP EcoReport: Materials

No EuP EcoReport, os desperdícios contabilizados dizem respeito a chapas metálicas e não incluem os desperdícios decorrentes dos processos aplicados ao Steel Tube/Profile. Note-se que, pela análise da folha de cálculo da ADIRA, o peso total do metal após maquinagem é de 209,950 Kg, implicando um desperdício de 75,514 Kg de metal, correspondente a cerca de 26% do total de material empregue. O EuP EcoReport calcula automaticamente os totais de cada categoria utilizada (ver Figura 56).

Pos nr	MANUFACTURING Description	Weight in g	Percentage Adjust	Category index (fixed)
201	OEM Plastics Manufacturing (fixed)	10		20
202	Foundries Fe/Cu/Zn (fixed)	0		34
203	Foundries Al/Mg (fixed)	0		35
204	Sheetmetal Manufacturing (fixed)	0		36
205	PWB Manufacturing (fixed)	0		53
206	Other materials (Manufacturing already included)	285460		
207	Sheetmetal Scrap (Please adjust percentage only)	0	26%	37

Figura 56 – EuP EcoReport: Manufacturing

Na fase de distribuição (ver Figura 57) existem duas perguntas do tipo Sim/Não e pergunta-se também o volume do produto embalado. Por simplificação, considerou-se o atravancamento da mesa sem os acessórios, de acordo com as dimensões da Figura 53: 80mm x 125mm x 3100mm = 31 000 000 mm^3 = 0,031 m^3.

Pos nr	DISTRIBUTION (incl. Final Assembly) Description		Answer	Category index (fixed)	
208	Is it an ICT or Consumer Electronics product <15 kg ?		NO	59	0
209	Is it an installed appliance (e.g. boiler)?		YES	60	1
				62	0
210	Volume of packaged final product in m^3	in m3	0,031	63	1
				64	0

Figura 57 – EuP EcoReport: Distribution

Para a fase de uso (ver Figura 58) houve que arbitrar vários valores.

Relativamente à vida útil do produto e depois de algumas informações dadas pelo Eng. Bessa Pacheco da ADIRA, a duração média de uma quinadora situa-se nos 15 anos.

Os consumos energéticos não puderam ser obtidos em tempo útil para este trabalho, tendo-se arbitrado para os consumos *on*, *standby* e *off* os valores respectivos de 15 kWh, 7 kWh e 2

kWh. Também não foi fornecida uma utilização típica da quinadora pelo que se arbitrou que, para um dia de 7 horas de trabalho, a quinadora ficaria 3 horas em modo *on*, 4 horas em modo *standby* e as restantes em modo *off*. Considerando 261 dias de trabalho anuais, chegaram-se aos valores finais de 783 horas em modo *on*, 1044 horas em modo *standby* e 6933 horas em modo *off*, o que perfaz um total de 493 785 kW.

O calor não foi considerado por falta de dados.

Arbitrou-se como único consumível a água (para lavagens, por exemplo), com um valor de 2 m^3 anuais.

Para manutenções, reparações e serviços, arbitraram-se 300 km de deslocações durante a vida útil da quinadora.

As partes sobressalentes são fixas no EuP EcoReport e correspondem a 1% do peso total dos materiais.

Pos nr	USE PHASE Description		unit	Subtotals
211	Product Life in years	15	years	
	Electricity			
212	On-mode: Consumption per hour, cycle, setting, etc.	15	kWh	11745
213	On-mode: No. Of hours, cycles, settings, etc. / year	783	#	
214	Standby-mode: Consumption per hour	7	kWh	7308
215	Standby-mode: No. Of hours / year	1044	#	
216	Off-mode: Consumption per hour	2	kWh	13866
217	Off-mode: No. Of hours / year	6933	#	
	TOTAL over Product Life	493,79	MWh (=000 kWh	65
	Heat			
218	Avg. Heat Power Output	0	kW	
219	No. Of hours / year	0	hrs.	
220	Type and efficiency (Click & select)			85-not applicable
	TOTAL over Product Life	0,00	GJ	
	Consumables (excl. spare parts)			material
221	Water	2	m^3/year	83-Water per m3
222	Auxilliary material 1 (Click & select)	0	kg/ year	85-None
223	Auxilliary material 2 (Click & select)	0	kg/ year	85-None
224	Auxilliary material 3 (Click & select)	0	kg/ year	85-None
	Maintenance, Repairs, Service			
225	No. of km over Product-Life	300	km / Product Life	86
226	Spare parts (fixed, 1% of product materials & manuf.)	2855	g	

Figura 58 – EuP EcoReport: Use Phase

Para a fase de desmantelamento e reciclagem (ver Figura 59), a maior parte dos valores ou não se aplicam ou são fixos. Optou-se por manter as percentagens dos plásticos correspondentes a cada tipo de reciclagem em virtude do peso envolvido ser quase desprezável.

Pos nr	DISPOSAL & RECYCLING Description		unit	Subtotals
	Substances released during Product Life and Landfill			
227	Refrigerant in the product (Click & select)	0	g	1-none
228	Percentage of fugitive & dumped refrigerant	0%		
229	Mercury (Hg) in the product	0	g Hg	
230	Percentage of fugitive & dumped mercury	0%		
	Disposal: Environmental Costs perkg final product			
231	Landfill (fraction products not recovered) in g en %	14274	5%	88-fixed
232	Incineration (plastics & PWB not re-used/recycled)	9	g	91-fixed
233	Plastics: Re-use & Recycling ("cost"-side)	1	g	92-fixed
	Re-use, Recycling Benefit	in g	% of plastics fraction	
234	Plastics: Re-use, Closed Loop Recycling (please edit%)	0	1%	4
235	Plastics: Materials Recycling (please edit% only)	1	9%	4
236	Plastics: Thermal Recycling (please edit% only)	9	90%	72

Figura 59 – EuP EcoReport: Disposal & Recycling

Na última tabela de introdução de dados (ver Figura 60) arbitrou-se o valor das vendas anuais, o *stock* da União Europeia, os custos de instalação e de aquisição, os custos de reparação e manutenção, a taxa de desconto e o rácio de melhoramento global. As tarifas de electricidade e água foram consultadas na Internet e o preço do produto é o total presente na folha de cálculo da ADIRA.

nr	INPUTS FOR EU-Totals & economic Life Cycle Costs Description		unit
A	Product Life	15	years
B	Annual sales	0,05	mln. Units/year
C	EU Stock	0,01	mln. Units
D	Product price	1174,2	Euro/unit
E	Installation/acquisition costs (if any)	50	Euro/ unit
F	Fuel rate (gas, oil, wood)		Euro/GJ
G	Electricity rate	0,07	Euro/kWh
H	Water rate	1,4	Euro/m3
I	Aux. 1: None		Euro/kg
J	Aux. 2 :None		Euro/kg
K	Aux. 3: None		Euro/kg
L	Repair & maintenance costs	25	Euro/ unit
M	Discount rate (interest minus inflation)	5,0%	%
N	Present Worth Factor (PWF) (calculated automatically)	10,38	(years)
O	Overall Improvement Ratio STOCK vs. NEW, Use Phase	1,00	

Figura 60 – EuP EcoReport: Inputs for EU

9.3 Preparação dos dados para o Eco-indicator 99

Para a elaboração do EI99 EcoReport utilizou-se uma folha de cálculo de elaboração própria (ver Figura 61).

A análise relativa ao Eco-indicator 99 foi menos exaustiva, porque este trabalho debruça-se mais sobre a metodologia EuP EcoReport.

Relativamente à fase de produção, utilizaram-se os totais em Kg para o aço CK45 e para o Nylon. Os materiais listados no Eco-indicator 99 que mais se aproximavam dos originais foram o “Steel” e o “PA 6.6”.

Ainda na fase de produção, consideraram-se dois processos presentes na lista do Eco-indicator 99: “Milling, turning, drilling” para a maquinagem do aço CK45 e “Injection moulding – 2” para os batentes em Nylon. O indicador “Milling, turning, drilling” baseia-se em dm^3 de material removido. Os 75,514 Kg de aço CK45 podem ser facilmente convertidos em dm^3 através da sua densidade, que ronda os 7,87 g/cm^3. O valor a introduzir é de 9,60 dm^3 de aço CK45. Para o “Injection moulding – 2” entra-se com o peso total do Nylon em Kg. Todos estes valores são multiplicados pelos indicadores respectivos e somados para dar o valor em mPt para a fase de produção.

Production ***Materials, processing, transport and extra energy***				
Material or Process	Amount	Amount Unit	Indicator	Result
Steel	285,46	Kg	86	24549,56
Milling, turning, drilling	9,60	dm^3	800	7680,61
PA 6.6	0,01	Kg	630	6,30
Injection moulding - 2	0,01	Kg	44	0,44
TOTAL				32236,91

Figura 61 – Eco-indicator 99: Production

Na fase de utilização (ver Figura 62) consideraram-se apenas dois intervenientes: as deslocações para manutenção, reparação e serviço e os gastos energéticos. A fórmula de cálculo do Eco-indicator 99 para a fase de uso é equivalente à anunciada para a fase de produção.

Use ***Transport, energy and any auxiliary materials***				
Process	Amount	Amount Unit	Indicator	Result
Delivery Van less than 3.5 t	300	Km	140	42000,00
Electr. MV Europe (UCPTE)	493785	kW	22	10863270,00
TOTAL				10905270

Figura 62 – Eco-indicator 99: Use

A fase de desmantelamento não foi considerada.

Por fim, somam-se todos os resultados parciais e obtém-se o Eco-indicator 99 final em mPt para a quinadora (ver Figura 63), tendo em conta as simplificações anunciadas.

TOTAL ALL PHASES	**10937506,91**

Figura 63 – Eco-indicator 99: Total all phases

9.4 Preparação dos dados para o FRED

Os mesmos dados foram analisados pelo FRED.

O primeiro passo aconselhado é criar todos os materiais (ver Figura 64), processos (ver Figura 65), indicadores EuP EcoReport (ver Figura 66) e indicadores EI99 EcoReport (ver Figura 67) necessários para a definição de todos os componentes da montagem. Note-se que o FRED já traz de origem alguns materiais e processos, bem como categorias de indicadores EuP EcoReport e EI99 EcoReport.

Materiais

Indeterminados

Nome	€/Kg	Observações	Editar	Apagar
Anilha M16 Nord-Lok	0.69	Desconhece-se o material. Colocar 1 Kg por unidade.		
Fêmea Recartilhada	0.4	Desconhece-se o material. Colocar 1 Kg por unidade.		
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45	0.09	Desconhece-se o material. Colocar 1 Kg por unidade.		
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70	0.325	Desconhece-se o material. Colocar 1 Kg por unidade.		

Metais Ferrosos

Nome	€/Kg	Observações	Editar	Apagar
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200]	1.24	EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel		
Aço em Barra 32x20 [CK45 - DIN 17200]	0.98	EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel		
Aço em Barra 90x30 [CK45 - DIN 17200]	1.1	EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel		
Aço Redondo 25 [CK45 - DIN 17200]	1.12	EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel		

Plásticos

Nome	€/Kg	Observações	Editar	Apagar
Nylon	240	EuP: Escolher PA 6; EI99: Escolher PA 6.6		

Figura 64 – Materiais da Montagem

Processos

Outros

Nome	€/minuto	Observações	Editar	Apagar
Desempenar	1.5	EI99: escolher "Milling, turning, drilling"		
Inspecção/Ensaio	1.5			
Maquinar	1.5	EI99: escolher "Milling, turning, drilling"		
Rectificar	1.5	EI99: escolher "Milling, turning, drilling"		
Serralharia	1.5	EI99: escolher "Milling, turning, drilling"		
Serrar	1.5	EI99: escolher "Milling, turning, drilling"		

Figura 65 – Processos da Montagem

Metais Ferrosos (Ferro)

Material ou Processo	Rec. %	Energia			Água		Desperdícios		Emissões para o Ar							para a Água		Editar
		GER	electr	feedst	Água proc.	Água arref.	haz.	non-haz.	GWP	AD	VOC	POP	HM	PAH	PM	HM	PO_4	
		MJ	MJ	MJ	l	l	g	g	kg CO_2 eq.	g SO_2 eq.	mg	ng i-T_{eq}	mg Ni eq.	mg Ni eq.	g	mg Hg/20 eq.	mg PO_4 eq.	
St tube/profile	50	17.00	4.57	-0.16	0.00	0.00	800.69	0.00	1.38	3.59	0.12	12.00	2.59	0.03	1.00	1.57	38.33	

Outros

Material ou Processo	Rec. %	Energia			Água		Desperdícios		Emissões para o Ar							para a Água		Editar
		GER	electr	feedst	Água proc.	Água arref.	haz.	non-haz.	GWP	AD	VOC	POP	HM	PAH	PM	HM	PO_4	
		MJ	MJ	MJ	l	l	g	g	kg CO_2 eq.	g SO_2 eq.	mg	ng i-T_{eq}	mg Ni eq.	mg Ni eq.	g	mg Hg/20 eq.	mg PO_4 eq.	
all plastic parts	0	40.85	24.59	1.41	0.37	11.60	128.00	0.00	2.27	9.77	0.00	0.00	0.00	0.01	1.51	0.00	23.88	
avg. controller board	0	781.00	579.00	3.00	523.00	106.00	1 680.00	652.00	52.00	437.00	6.00	6.00	73.00	60.00	22.00	333.00	4 702.00	
Electricity per MWh	0	10 500.00	10 500.00	0.00	700.00	28 000.00	12 174.15	241.95	458.21	2 703.75	3.95	68.82	180.14	20.69	57.75	67.70	322.83	
foundries Al	0	6.51	3.92	0.22	0.06	1.85	20.39	0.00	0.36	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	3.80	
foundries Fe/Cu/Zn	0	2.20	1.32	0.08	0.02	0.62	6.88	0.00	0.12	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	1.28	
Incinerated	0	67.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1 000.00	5.02	10.00	0.14	0.03	18.00	0.00	84.72	5.68	324.58	
Landfill	0	68.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1 225.94	0.00	5.10	10.00	0.28	8.43	20.00	0.00	88.95	5.68	324.58	
Mini-van diesel	0	2.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.19	0.04	0.00	0.52	0.52	8.82	0.00	0.00	
Oil, η 85%, atmosph.	0	1 176.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	87.76	109.93	1.52	0.00	0.00	0.03	1.86	0.00	0.00	
per m3 appliances	0	798.45	2.84	0.00	0.00	0.00	277.21	5.51	46.67	150.00	15.73	1.57	14.01	35.74	3 204.06	0.45	7.35	
per m3 CE&ICT	0	2 962.25	2.84	28.38	0.00	0.00	1 318.10	26.20	231.39	811.00	39.30	7.45	67.06	42.85	903.63	2.07	35.00	
per m3 installed product	0	312.17	0.00	0.00	0.00	0.00	176.53	3.51	18.60	50.00	4.91	1.00	9.00	8.25	214.02	0.28	4.68	
per m3 retail product	0	499.59	0.00	0.00	0.00	0.00	322.25	6.40	29.31	84.00	5.03	1.82	16.43	8.50	214.73	0.50	8.55	
per product	0	51.50	0.00	0.00	0.00	0.00	51.36	1.02	4.52	12.00	0.05	0.29	2.62	2.62	0.26	0.08	1.36	
per retail product	0	58.97	0.00	0.00	0.00	0.00	54.78	1.09	4.03	13.00	0.04	0.31	2.79	0.09	0.27	0.09	1.45	
Plastics, re-use, recyc.	0	6.51	0.01	0.00	0.00	0.00	3.24	0.06	0.44	2.00	0.13	0.02	1.45	0.00	30.32	0.01	0.09	
PWB assembly	0	128.49	3.21	4.77	11.78	35.76	106.79	4.22	8.52	49.00	3.10	0.10	0.88	2.58	15.04	0.43	709.22	
sheetmetal plant	0	15.13	9.11	0.52	0.14	4.30	47.41	0.00	0.84	3.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.00	5.97	
sheetmetal scrap	0	11.98	4.91	0.02	0.00	0.00	180.17	0.06	0.80	3.59	0.09	10.77	25.22	0.01	0.52	0.01	0.23	

Plásticos Técnicos (TecPlastics)

Material ou Processo	Rec. %	Energia			Água		Desperdícios		Emissões para o Ar							para a Água		Editar
		GER	electr	feedst	Água proc.	Água arref.	haz.	non-haz.	GWP	AD	VOC	POP	HM	PAH	PM	HM	PO_4	
		MJ	MJ	MJ	l	l	g	g	kg CO_2 eq.	g SO_2 eq.	mg	ng i-T_{eq}	mg Ni eq.	mg Ni eq.	g	mg Hg/20 eq.	mg PO_4 eq.	
PA 6	0	119.51	15.13	38.91	16.00	219.00	176.27	19.00	8.56	39.04	0.01	0.00	0.00	0.40	5.40	49.02	1 872.28	

Figura 66 – Indicadores EuP EcoReport usados na montagem

Indicadores EI99

Electricity (in millipoints per kWh)

Nome	Indicador	Observações	Editar	Apagar
Electr. Mv Europe (UCPTE)	22	Medium voltage (1kV - 24kVolt)		

Processing of metals (in millipoints)

Nome	Indicador	Observações	Editar	Apagar
Milling, turning, drilling	800	per dm3 removed material, without production of lost material		

Processing of plastics (in millipoints)

Nome	Indicador	Observações	Editar	Apagar
Injection moulding - 2	44	per kg PVC, PC, without production of lost material		

Production of ferro metals (in millipoints per kg)

Nome	Indicador	Observações	Editar	Apagar
Steel	86	Block material containing 80% primary iron, 20% scrap		

Production of plastic granulate (in milipoints per kg)

Nome	Indicador	Observações	Editar	Apagar
PA 6.6	630			

Transport (in millipoints per tkm)

Nome	Indicador	Observações	Editar	Apagar
Delivery Van less than 3.5 t	140	Including fuel production (European average including return)		

Figura 67 – Indicadores EI99 EcoReport usados na montagem

De seguida, devem criar-se todos os componentes[27] necessários à montagem (ver Figura 68), adicionando materiais, processos e indicadores EuP EcoReport e EI99 EcoReport de acordo com as necessidades e condicionalismos.

Componentes

Nome	Código	Observações	Materiais	Processos	EuP EcoReport	EI99 EcoReport	Editar	Apagar
Anilha M16	120202052	Nord-Lok Aço ZNA						
Batente	N05-0130	Nylon						
Calço	XQ-00343	CK45-DIN17200						
Deslocações para Manutenção, Reparação e Serviço		Numa mini-van						
Electricidade Consumida		MV Europa						
Fêmea "T"	N05-0129							
Fêmea Recartilhada	N05-0027							
Mesa	XQ-17858							
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45	120807113	DIN 912 12.9						
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70	120807175	DIN 912 12.9						
Parafuso Recartilhado	N04-0168							
Suporte da Matriz L=14x38 (M10)	XQ-03742							

Figura 68 – Componentes usados na montagem

Depois, deve-se construir a montagem respeitando a hierarquia da folha de cálculo da ADIRA para este caso concreto (ou replicando a máquina a virtualizar, de uma forma mais genérica), criando sub-montagens e adicionando componentes, utilizando a fase de produção (ver Figura 69).

Montagem

Sub-Montagens/Componentes	Sub-Montagens		Componentes			Apagar
	Nome	Criar	Nome	Quantidade	Adicionar	
Principal			Anilha M16			
Deslocações para Manutenção, Reparação e Serviço				300	unidades	
Electricidade Consumida				493785	unidades	
Mesa			Anilha M16			
Calço				8	unidades	
Anilha M16				4	unidades	
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70				4	unidades	
Fêmea "T"				8	unidades	
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45				8	unidades	
Suporte da Matriz L=14x38 (M10)				8	unidades	
Fêmea Recartilhada				8	unidades	
Parafuso Recartilhado				8	unidades	
Batente				8	unidades	
Mesa				1	unidade	

Figura 69 – Esquema de montagem

Finalmente, atribuem-se os valores dos parâmetros para as restantes fases do ciclo-de-vida: distribuição (ver Figura 70), utilização (ver Figura 71) e fim-de-vida (ver Figura 72).

[27] Os detalhes de cada componente podem ser vistos no Anexo C – Definição dos Componentes no FRED.

Figura 70 – Distribuição

Figura 71 – Utilização

Figura 72 – Fim-de-Vida

9.5 Comparação dos resultados obtidos

Os resultados obtidos pelo FRED são idênticos aos obtidos pelo ficheiro original do EuP EcoReport e pela metodologia Eco-indicator 99, comprovando a sua fiabilidade. Os cálculos dos custos também vão de encontro aos dados fornecidos na folha de cálculo da ADIRA.

Os ficheiros de *output* do EuP EcoReport, Eco-indicator 99, FRED e folha de cálculo da ADIRA encontram-se disponíveis nos seguintes anexos:

- Anexo A– EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (adaptado de KEMNA, 2005);
- Anexo B – Eco-indicator 99 EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (adaptado de BAAYEN *et al*, 2000);
- Anexo D – FRED: EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (elaboração própria);
- Anexo E – FRED: EI99 EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (elaboração própria);
- Anexo F – Folha de Cálculo cedida pela ADIRA respeitante à montagem da mesa da quinadora (adaptado de ADIRA, 2009).

10 Conclusões

O EcoDesign surge no contexto do desenvolvimento sustentável em que se procura melhorar o desempenho ambiental dos produtos actuando ainda na fase de projecto e considerando todo o ciclo-de-vida.

Em termos das preocupações mais prementes, estão os EuPs (produtos que consomem energia). Como resultado dos estudos preliminares da directiva 2005/32/CE da União Europeia, as máquinas-ferramenta foram classificadas como prioritárias na aplicação das medidas objecto da referida directiva em virtude do seu potencial de melhoramento no que diz respeito ao consumo energético e à selecção e utilização inteligente de materiais.

Neste trabalho fez-se uma abordagem prévia às metodologias e ferramentas de EcoDesign existentes. Algumas pecavam por serem demasiado genéricas enquanto outras eram talhadas para um tipo específico de produtos.

Concluiu-se que o desenvolvimento de uma ferramenta *online* feita à medida e baseada em tecnologias *open-source* gratuitas seria o mais aconselhado a fazer pela oportunidade de aprendizagem neste campo, ao mesmo tempo que se potenciava a sua disseminação futura por equipas de projecto e desenvolvimento de produto.

Esta ferramenta, apelidada de FRED (Ferramenta para Relatórios de EcoDesign) permite criar o modelo virtual de uma máquina (tão detalhado quanto necessário), introduzindo os dados relevantes referentes ao seu ciclo-de-vida e seguindo de perto a metodologia EuP EcoReport. Posteriormente, o FRED pode gerar dois tipos de relatórios Ecológicos: o equivalente ao EuP EcoReport e outro com a pontuação ecológica dada pelo método Eco-indicator 99, cada um deles incluindo uma análise de custos respeitante a materiais e processos.

A mais-valia desta ferramenta é a sua capacidade em fornecer um nível de detalhe adequado às máquinas-ferramenta (dando uma sensibilidade acrescida ao nível de cada componente e da sua influência para o resultado final) tendo em conta as suas especificidades. Permite também efectuar facilmente a comparação de várias alternativas construtivas em termos de impacto ambiental e de custos.

Devido às restrições temporais deste trabalho e aos recursos e informações disponíveis, não foi possível aprimorar determinados aspectos do FRED que poderão ser contemplados em versões futuras do programa, nomeadamente no que concerne à implementação de uma inteligência artificial mais efectiva.

Este trabalho foi uma oportunidade para aprender mais sobre EcoDesign e da necessidade da sua endogeneização na fase de desenvolvimento do produto de modo a contribuir de forma efectiva para a sustentabilidade do planeta Terra.

11 Desenvolvimentos futuros

Relativamente ao EcoDesign, é necessário fazer o acompanhamento da legislação da União Europeia sobre os EuP e, particularmente, sobre as máquinas-ferramenta.

Convém também averiguar os desenvolvimentos que vão surgindo no campo dos eco-indicadores. Só existem especificações para um conjunto ainda restrito de materiais e processos, obrigando os utilizadores a extrapolarem valores para as suas condições particulares podendo, com esta metodologia, afectar de forma adversa os resultados de um estudo de EcoDesign.

Relativamente ao FRED, o software ainda está numa fase embrionária mas apresenta boas potencialidades de desenvolvimento.

Embora as restrições ao nível das chaves-estrangeiras permitam algum controlo sobre os dados que o utilizador pede para apagar, o FRED necessita de mais alguns desenvolvimentos nesta matéria, nomeadamente, avisando o utilizador sobre aquilo que pode ou não fazer (neste momento não deixa fazer, sem dar explicações).

O aconselhamento dos utilizadores sobre quais os indicadores a utilizar para cada material ou processo inserido ainda é muito básico. De futuro, propõe-se que o FRED sugira um conjunto de indicadores compatível com os materiais e processos escolhidos através de uma matriz interna de correspondência. Chegar a uma matriz deste tipo é, só por si, uma tarefa complexa na medida em que obriga a um estudo mais aprofundado das metodologias envolvidas bem como dos materiais e processos disponibilizados.

Adicionando as propriedades mecânicas dos materiais aos dados do FRED, poderá ser possível sugerir um material mais amigo do ambiente, para um intervalo de valores de propriedades mecânicas exigidas.

Os horizontes do FRED podem ser tão vastos quanto se queira.

12 Bibliografia

ADEME – Agence de l'Environment et de la Maîtrise de l'Energie – “Eco-design: what does it mean?”. ADEME. http://www.ademe.fr/anglais/publication/technical/pdf/factfile.pdf. (2001). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

ANTUNES, P. – “Ecodesign e Eco-serviços”. Centro de Economia Ecológica e Gestão do Ambiente. Lisboa. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa. http://ecoman.dcea.fct.unl.pt/ disciplinas/gae/files/biblio/ecodesign.pdf. (2004). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

APIS – Air Pollution Information System – “Overview – Acidification”. Air Pollution Information System. http://www.apis.ac.uk/overview/issues/overview_acidification.htm (s.d.). *Acedido em 9 de Julho de 2009.*

ASHBY, M. e CEBON, D. – “Eco-Selection: Environmentally Informed Material Choice”. University of Cambridge. http://www.grantadesign.com/download/Powerpoint/lectures/ UNIT8.zip. (2008). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

BAAYEN *et al* – “Eco-indicator 99 – Manual for Designers”. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment. The Hague – Holanda. (2000). 49 p.

BAM – Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung – “Draft Working Plan of the Ecodesign Directive (2009 – 2011)”. BAM. http://www.ebpg.bam.de/de/ebpg_medien/ wp1_workd_08_04_version1.pdf. (2008). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

BARNETT, P.; BATEMAN, J; DESEBROCK, M. *et al* – “Enciclopédia Ilustrada de Ciência e Tecnologia”. Elsevier Publishing Projects, Lausanne. Lisboa: Editorial Verbo. (1983). 735 p.

BYGGETH, S. e HOCHSCHORNER, E. – “Handling trade-offs in Ecodesign tools for sustainable product development and procurement”. Journal of Cleaner Production s.l.: Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2005.03.024. Vol. 14 (2006). p. 1420-1430.

COSTA, J. e MELO, A. – “Dicionário da Língua Portuguesa”. 8ª ed. Porto: Porto Editora. ISBN 972-0-05001-2. (1999). 1794 p.

CURRAN, M. – “Life Cycle Assessment: Principles and Practice”. Scientific Applications International Corporation. Cincinatti. (2006). 88 p.

DAMAS, L. – “SQL”. 11ª ed. Lisboa: FCA – Editora Informática. ISBN: 978-972-722-443-2. (2005). 418 p.

FERRÃO, P. – "Introdução às Estratégias de EcoDesign – Porquê, o quê e como?". Instituto Superior Técnico. http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/522/Introduction_EcoDesign_Portugues_01.pdf?command=downloadContent&filename=Introduction_EcoDesign_Portugues_01.pdf. (2005). *Acedido em 9 de Julho de 2009.*

FERREIRA, J. – "Análise de Ciclo de Vida dos Produtos". Intituto Politécnico de Viseu. Viseu. (2004). 80 p.

FREIRE, C. – "Custo do Ciclo de Vida em Sistemas de Bombeamento". Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio. http://www.cotr.pt/informacao/web2/Papers/61.pdf. (2008). *Acedido em 9 de Julho de 2009.*

GONÇALVES, M. – "Gestão de Resíduos Orgânicos". 1ª Edição. SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação Consultadoria Empresarial e Fomento da Inovação, S.A. – Porto:Principia, Publicações Universitárias e Científicas. (2005). 104 p.

GERLING, H. – "Alrededor de las Máquinas-Herramienta". 3ª Edição. Barcelona: Editorial Reverté, S. A. ISBN 84-291-6049-3. (1992). 272 p.

HEMEL, C. e CRAMER J. – "Barriers and stimuli for ecodesign in SMEs". Journal of Cleaner Production. s.l.: Elsevier. PII: S0959-6526(02)00013-6. Vol 10 (2002). p. 439-453

KARLSSON, R. e LUTTROPP, C. – "EcoDesign: what's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue". Journal of Cleaner Production. s.l.: Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2005.11.010. Vol. 14 (2006). p. 1291-1298.

KEMNA, R.; ELBURG, M.; Li, W.; HOLSTEIJN, R. – "Methodology Study Eco-design of Energy-using Products". European Commission. (2005). 188 p.

KURK, F. e P. EAGAN, P. – "The value of adding design-for-the-environment to pollution prevention assistance options". Journal of Cleaner Production. s.l.: Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2007.02.022. Vol. 16 (2008). p. 722-726.

LOFTHOUSE, V. – "Ecodesign tools for designers: defining the requirements". Journal of Cleaner Production. s.l.: Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2005.11.013. Vol. 14 (2006). p. 1386-1395.

LUTTROPP, C. e LAGERSTEDT, J. – "EcoDesign and The Ten Golden Rules: generic advice for merging environmental aspects into product development". Journal of Cleaner Production. s.l.: Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2005.11.022. Vol. 14 (2006). p. 1396-1408.

PACHECO, J. – "Utilização de Quinadoras e Guilhotinas". Associação Portuguesa das Tecnologias da Conformação Plástica. Porto. (1992). 180 p.

PARK, P. e TAHARA, K. – "Quantifying producer and consumer-based eco-efficiencies for the identification of key ecodesign issues". Journal of Cleaner Production. s.l.: Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2006.11.003. Vol. 16 (2008). p. 95-104.

ROSE, C.; ISHII, K.; STEVELS, A. – "Influencing Design to Improve Product End-of-Life Stage". Research in Engineering Design. London: Springer. doi:10.1007/S001630100006. Vol. 13 (2002). p. 83-93.

SAIC – Scientific Applications International Corporation – “Life Cycle Assessment: Principles and Practice”. U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati. (2006). 88 p.

SAGAN, C. – “Os Dragões do Éden – Especulações sobre a Evolução da Inteligência Humana e das Outras”. Lisboa: Gradiva. ISBN: 972-662-033-3. (1993). 269 p.

SCHISCHKE, K.; HAGELÜKEN, M.; STEFFENHAGEN, G – “Introdução às estratégias de ECODESIGN – Porquê e Como.” Fraunhofer Institute Zuverlässigkeit und Mikrointegration. Berlim. (2005a). 14 p.

SERRÃO, C. e MARQUES, J. – “Programação com PHP 5”. 2ª ed. Lisboa: FCA – Editora de Informática. ISBN: 978-972-722-549-1. (2007). 534 p.

STEVELS, A. – “Teaching Modules «EcoDesign for competetive advantage”. Philips Consumer Electronics. http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/906/Stevels_TeachingModules.pdf?command=downloadContent&filename=Stevels_TeachingModules.pdf. (2005). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

SUN Microsystems, Inc. – “MySQL :: MySQL 5.0 Reference Manual :: 1 General Information”. Sun Microsystems Inc. http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/introduction.html (2008a). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

SUN Microsystems, Inc. – “MySQL :: MySQL 5.0 Reference Manual :: 13.2 The InnoDB Storage Engine”. Sun Microsystems Inc. http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/innodb.html (2008b). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

TINGSTRÖM, J. e KARLSSON, R. – “The relationship between environmental analyses and the dialogue process in product development”. Journal of Cleaner Production. s.l.: Elsevier. doi:10.1016/j.jclepro.2005.11.012. Vol. 14 (2006). p. 1409-1419

UE – União Europeia – “DIRECTIVA 91/689/CEE DO CONSELHO, de 12 de Dezembro de 1991, relativa aos resíduos perigosos”. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas. Nº L 377 PT de 31.12.1991. (1991). p. 20-27.

UE – União Europeia – “DIRECTIVA 2002/95/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 27 de Janeiro de 2003 relativa à restrição do uso de determinadas substâncias perigosas em equipamentos eléctricos e electrónicos”. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas. Nº L 37 PT de 13.2.2003. (2003a). p. 19-23.

UE – União Europeia – “DIRECTIVA 2002/96/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 27 de Janeiro de 2003 relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos (REEE)”. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas. Nº L 37 PT de 13.2.2003. (2003b). p. 24-38.

UE – União Europeia – “DIRECTIVA 2005/32/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 6 de Julho de 2005 relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de concepção ecológica dos produtos que consomem energia e que altera as Directivas 92/42/CEE do Conselho e 96/57/CE e 2000/55/ CE do Parlamento Europeu e do Conselho”. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas. Nº L 191 PT de 22.7.2005. (2005) p. 29-58.

UE – União Europeia – “DIRECTIVA 2008/28/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 11 de Março de 2008 que altera a Directiva 2005/32/CE relativa à criação de um quadro para definir os requisitos de concepção ecológica dos produtos que consomem energia, bem como a Directiva 92/42/CEE do Conselho e as Directivas 96/57/CE e 2000/55/CE, no que diz respeito às competências de execução atribuídas à Comissão”. Jornal Oficial da União Europeia. Bruxelas. Nº L 81 PT de 20.3.2008. (2008). p. 48-50.

W3C – World Wide Web Consortium – “XHTML 1.0 The Extensible HyperText Markup Language (Second Edition)”. World Wide Web Consortium. http://www.w3.org/TR/xhtml1/#xhtml (2002). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

W3C – World Wide Web Consortium – “Cascading Style Sheets (CSS)”. World Wide Web Consortium. http://www.w3.org/Style/CSS/ (2009). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

WIKIPEDIA – “Global Warming Potential”. Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Global _warming_potential (2009a). *Acedido em 9 de Julho de 2009.*

WIKIPEDIA – “Volatile Organic Compound”. Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Volatile_organic_compound (2009b). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

WIKIPEDIA – “Persistent organic pollutant” . Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Persistent_organic_pollutant (2009c). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

WIKIPEDIA – “Heavy metal (chemistry)” . Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Heavy_metal_(chemistry) (2009d). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

WIKIPEDIA – “Polycyclic aromatic hydrocarbon” . Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Polycyclic_aromatic_hydrocarbon (2009e). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

WIKIPEDIA – “Eutrophication” . Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Eutrophication (2009f). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

WIKIPEDIA – “Machine Tools” . Wikipedia, the free encyclopedia. http://en.wikipedia.org/wiki/Machine_tools (2009g). *Acedido em 9 de Julho de 2009*.

13 Índice de Figuras

14 Índice de Tabelas

15 Índice de Equações

16 Anexos

Anexo A– EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (adaptado de KEMNA, 2005)

Version 5 VHK for European Commission 28 Nov. 2005 — Document subject to a legal notice (see below))

ECO-DESIGN OF ENERGY-USING PRODUCTS

EuP EcoReport: **RESULTS**
Assessment of Environmental Impact

Table . Life Cycle Impact (per unit) of Products

Nr	Life cycle Impact per product:	Date	Author
0	Products	0	vhk

Nr	Life Cycle phases -->		PRODUCTION			DISTRI-	USE	END-OF-LIFE*			TOTAL
	Resources Use and Emissions		Material	Manuf.	Total	BUTION		Disposal	Recycl.	Total	
	Materials	**unit**									
1	Bulk Plastics	g			0			0	0	0	0
2	TecPlastics	g			10			9	1	10	0
3	Ferro	g			285460			14273	271187	285460	0
4	Non-ferro	g			0			0	0	0	0
5	Coating	g			0			0	0	0	0
6	Electronics	g			0			0	0	0	0
7	Misc.	g			0			0	0	0	0
	Total weight	g			285470			14282	271188	285470	0
									see note!		
	Other Resources & Waste							debet	credit		
8	Total Energy (GER)	MJ	4854	0	4854	86	5185513	976	-40	1016	5191470
9	of which, electricity (in primary MJ)	MJ	1305	0	1306	0	5184756	0	0	0	5186061
10	Water (process)	ltr	0	0	0	0	375650	0	0	0	375650
11	Water (cooling)	ltr	2	0	2	0	13825980	0	0	0	13825982
12	Waste, non-haz./ landfill	g	228565	1	228567	65	6013701	17498	0	17498	6259831
13	Waste, hazardous/ incinerated	g	0	0	0	1	119472	9	0	9	119482
	Emissions (Air)										
14	Greenhouse Gases in GWP100	kg CO2 eq.	393	0	393	7	226319	73	-3	76	226794
15	Ozone Depletion, emissions	mg R-11 eq.					negligible				
16	Acidification, emissions	g SO2 eq.	1026	0	1026	18	1335137	143	-4	147	1336328
17	Volatile Organic Compounds (VOC)	g	33	0	33	1	1965	4	0	4	2003
18	Persistent Organic Pollutants (POP)	ng i-Teq	3426	0	3426	0	34018	120	0	120	37564
19	Heavy Metals	mg Ni eq.	738	0	738	3	89114	286	0	286	90141
	PAHs	mg Ni eq.	9	0	9	4	10370	0	0	0	10383
20	Particulate Matter (PM, dust)	g	286	0	286	106	31165	1270	0	1271	32828
	Emissions (Water)										
21	Heavy Metals	mg Hg/20	448	0	448	0	33434	81	0	81	33963
22	Eutrophication	g PO4	11	0	11	0	160	5	0	5	175
23	Persistent Organic Pollutants (POP)	ng i-Teq					negligible				

***=Note: Recycling credits only relate to recycling of plastics and electronics (excl. LCD/CRT). Recycling credits for metals and other fractions are already taken into account in the production phase.**

Legal notice

Anexo A (Continuação) – EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030

Table . EU Total Impact of NEW Products produced in 2005 (over their lifetime)

Nr	EU Impact of New Models sold 2005 over their lifetime:	Date	Author
0	Products	0	vhk

Nr	Life Cycle phases -->		PRODUCTION			DISTRI-	USE	END-OF-LIFE*			TOTAL
	Resources Use and Emissions		Material	Manuf.	Total	BUTION		Disposal	Recycl.	Total	
	Materials	**unit**									
1	Bulk Plastics	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
2	TecPlastics	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
3	Ferro	kt			**14**			1	14	**14**	**0**
4	Non-ferro	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
5	Coating	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
6	Electronics	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
7	Misc.	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
	Total weight	kt			**14**			1	14	**14**	**0**
									see note!		
	Other Resources & Waste							debet	credit		
8	Total Energy (GER)	PJ	0	0	**0**	**0**	**259**	0	0	**0**	**260**
9	of which, electricity (in primary PJ)	PJ	0	0	**0**	**0**	**259**	0	0	**0**	**259**
10	Water (process)	mln. m3	0	0	**0**	**0**	**19**	0	0	**0**	**19**
11	Water (cooling)	mln. m3	0	0	**0**	**0**	**691**	0	0	**0**	**691**
12	Waste, non-haz./ landfill	kt	11	0	**11**	**0**	**301**	1	0	**1**	**313**
13	Waste, hazardous/ incinerated	kt	0	0	**0**	**0**	**6**	0	0	**0**	**6**
	Emissions (Air)										
14	Greenhouse Gases in GWP100	mt CO2 eq.	0	0	**0**	**0**	**11**	0	0	**0**	**11**
15	Ozone Depletion, emissions	t R-11 eq.				negligible					
16	Acidification, emissions	kt SO2 eq.	0	0	**0**	**0**	**67**	0	0	**0**	**67**
17	Volatile Organic Compounds (VOC)	kt	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
18	Persistent Organic Pollutants (POP)	g i-Teq	0	0	**0**	**0**	**2**	0	0	**0**	**2**
19	Heavy Metals	ton Ni eq.	0	0	**0**	**0**	**4**	0	0	**0**	**5**
	PAHs	ton Ni eq.	0	0	**0**	**0**	**1**	0	0	**0**	**1**
20	Particulate Matter (PM, dust)	kt	0	0	**0**	**0**	**2**	0	0	**0**	**2**
	Emissions (Water)										
21	Heavy Metals	ton Hg/20	0	0	**0**	**0**	**2**	0	0	**0**	**2**
22	Eutrophication	kt PO4	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
23	Persistent Organic Pollutants (POP)	g i-Teq				negligible					

***=Note: Recycling credits only relate to recycling of plastics and electronics (excl. LCD/CRT). Recycling credits for metals and other fractions are already taken into account in the production phase.**

***=Note: mt= megatonnes (metric)= 10^9 kg; kt= kilotonnes (metric)= 10^9g; ton(metric)= 10^9g; g=gram= 10^9 ng ; mln. M3 = million cubic metres= 10^9 litres; PJ= petaJoules= 10^9 MJ (megajoules) = 10^{15} Joules.**

Anexo A (Continuação) – EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030

Table . EU Total Impact of STOCK of Products in 2005 (produced, in use, discarded)

Nr	EU Impact of Products in 2005 (produced, in use, discarded)***	Date	Author
	Products	0	vhk

	Life Cycle phases -->		PRODUCTION			DISTRI-	USE	END-OF-LIFE*			TOTAL
	Resources Use and Emissions		Material	Manuf.	**Total**	BUTION		Disposal	Recycl.	**Total**	
	Materials	**unit**									
1	Bulk Plastics	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
2	TecPlastics	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
3	Ferro	kt			**14**			1	14	**14**	**0**
4	Non-ferro	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
5	Coating	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
6	Electronics	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
7	Misc.	kt			**0**			0	0	**0**	**0**
	Total weight	kt			**14**			1	14	**14**	**0**
									see note!		
	Other Resources & Waste							debet	credit		
8	Total Energy (GER)	PJ	0	0	**0**	**0**	**3**	0	0	**0**	**4**
9	of which, electricity (in primary PJ)	PJ	0	0	**0**	**0**	**3**	0	0	**0**	**4**
10	Water (process)	mln. m3	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
11	Water (cooling)	mln. m3	0	0	**0**	**0**	**9**	0	0	**0**	**9**
12	Waste, non-haz./ landfill	kt	11	0	**11**	**0**	**4**	1	0	**1**	**16**
13	Waste, hazardous/ incinerated	kt	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
	Emissions (Air)										
14	Greenhouse Gases in GWP100	mt CO2 eq.	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
15	Ozone Depletion, emissions	t R-11 eq.				negligible					
16	Acidification, emissions	kt SO2 eq.	0	0	**0**	**0**	**1**	0	0	**0**	**1**
17	Volatile Organic Compounds (VOC)	kt	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
18	Persistent Organic Pollutants (POP)	g i-Teq	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
19	Heavy Metals	ton Ni eq.	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
	PAHs	ton Ni eq.	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
20	Particulate Matter (PM, dust)	kt	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
	Emissions (Water)										
21	Heavy Metals	ton Hg/20	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
22	Eutrophication	kt PO4	0	0	**0**	**0**	**0**	0	0	**0**	**0**
23	Persistent Organic Pollutants (POP)	g i-Teq				negligible					

***=Note: Recycling credits only relate to recycling of plastics and electronics (excl. LCD/CRT). Recycling credits for metals and other fractions are already taken into account in the production phase.**

****=mt= megatonnes (metric)= 10^9 kg; kt= kilotonnes (metric)= 10^9g; ton(metric)= 10^9g; g=gram= 10^9 ng ; mln. M3 = million cubic metres= 10^9 litres; PJ= petaJoules= 10^9 MJ (megajoules) = 10^{15} Joules.**

*****=simplified model assuming produced=EOL**

Anexo A (Continuação) – EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030

Table . Summary Environmental Impacts EU-Stock 2005, Products

main life cycle indicators	value	unit
Total Energy (GER)	**4**	PJ
of which, electricity	0,3	TWh
Water (process)*	0	mln.m3
Waste, non-haz./ landfill*	16	kton
Waste, hazardous/ incinerated*	0	kton

Emissions (Air)

Greenhouse Gases in GWP100	**0**	mt CO2eq.
Acidifying agents (AP)	**1**	kt SO2eq.
Volatile Org. Compounds (VOC)	**0**	kt
Persistent Org. Pollutants (POP)	**0**	g i-Teq.
Heavy Metals (HM)	**0**	ton Ni eq.
PAHs	**0**	ton Ni eq.
Particulate Matter (PM, dust)	**0**	kt

Emissions (Water)

Heavy Metals (HM)	0	ton Hg/20
Eutrophication (EP)	0	kt PO4

*=caution: low accuracy for production phase

Table . Life Cycle Costs per product and Total annual expenditure (2005) in the EU-25

	Products *Item*	LCC new product	total annual consumer expenditure in EU25
D	Product price	1174 €	59 mln.€
E	Installation/ acquisition costs (if any)	50 €	3 mln.€
F	Fuel (gas, oil, wood)	0 €	0 mln.€
F	Electricity	23918 €	23 mln.€
G	Water	29 €	0 mln.€
H	Aux. 1: None	0 €	0 mln.€
I	Aux. 2 :None	0 €	0 mln.€
J	Aux. 3: None	0 €	0 mln.€
K	Repair & maintenance costs	17 €	0 mln.€
	Total	**25189** €	**84** mln.€

Anexo B – Eco-indicator 99 EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (adaptado de BAAYEN *et al*, 2000)

Product or component	**Project**
QI HD 110-30	GreenBender
Date	**Author**
9 de Julho de 2009	Vítor Carvalho
Notes and conclusions	
Estudo de fiabilidade do FRED	

Production				
Materials, processing, transport and extra energy				
Material or Process	Amount	Amount Unit	Indicator	Result
Steel	285,46	Kg	86	24549,56
Milling, turning, drilling	9,60	dm^3	800	7680,61
PA 6.6	0,01	Kg	630	6,30
Injection moulding - 2	0,01	Kg	44	0,44
TOTAL				32236,91

Use				
Transport, energy and any auxiliary materials				
Process	Amount	Amount Unit	Indicator	Result
Delivery Van less than 3.5 t	300	Km	140	42000,00
Electr. MV Europe (UCPTE)	493785	kW	22	10863270,00
TOTAL				10905270

Disposal				
Disposal processes per type of material				
Material and Type of Processing	Amount	Amount Unit	Indicator	Result
TOTAL				0,00

TOTAL ALL PHASES	**10937506,91**

Anexo C – Definição dos Componentes no FRED

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Batente
Código: N05-0130
Observações: Nylon
Gravar
Materiais
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
Nylon | 0.00125 | EuP: Escolher PA 6; EI99: Escolher PA 6.6
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200] | Introduza um novo material
Processos
Nome | Tempo (min) | Apagar/Adicionar | Observações
Serrar | Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
PA 6 | 0.00125
LDPE | Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome | Quantidade | Apagar/Adicionar | Observações
PA 6.6 | 0.00125
Injection moulding - 2 | 0.00125 | per kg PVC, PC, without production of lost material
Cast Iron | Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vitor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Calço
Código: XQ-00343
Observações: CK45-DIN17200
Gravar
Materiais
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
Aço em Barra 32x20 [CK45 - DIN 17200]
0.25
EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200]
Introduza um novo material
Processos
Nome
Tempo (min)
Apagar/Adicionar
Observações
Maquinar
0.5
EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Serrar
Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
St tube/profile
0.25
LDPE
Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome
Quantidade
Apagar/Adicionar
Observações
Steel
0.25
Block material containing 80% primary iron, 20% scrap
Milling, turning, drilling
0.000635
per dm3 removed material, without production of lost material
Cast Iron
Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vítor Manuel Carvalho

FRED
Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Electricidade Consumida
Código:
Observações: MV Europa
Gravar
Materiais
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200] | Introduza um novo material
Processos
Nome | Tempo (min) | Apagar/Adicionar | Observações
Serrar | Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
LDPE | Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome | Quantidade | Apagar/Adicionar | Observações
Electr. Mv Europe (UCPTE) | 1 | Medium voltage (1kV - 24kVolt)
Cast Iron | Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vítor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Fêmea
Código: N05-0129
Observações:
Gravar
Materiais
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
Aço em Barra 32x20 [CK45 - DIN 17200] | 0.17 | EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200] | Introduza um novo material
Processos
Nome | Tempo (min) | Apagar/Adicionar | Observações
Serrar | 1.5 | EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Serrar | Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
St tube/profile | 0.17
LDPE | Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome | Quantidade | Apagar/Adicionar | Observações
Steel | 0.17 | Block material containing 80% primary iron, 20% scrap
Milling, turning, drilling | 0.008259 | per dm3 removed material, without production of lost material
Cast Iron | Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vítor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Fêmea Recartilhada
Código: N05-0027
Observações:
Gravar
Materiais
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
Fêmea Recartilhada | 1 | Desconhece-se o material. Colocar 1 Kg por unidade.
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200] | Introduza um novo material
Processos
Nome | Tempo (min) | Apagar/Adicionar | Observações
Serrar | Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
LDPE | Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome | Quantidade | Apagar/Adicionar | Observações
Cast Iron | Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vítor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente

Nome: Mesa
Código: XQ-17858
Observações:

Gravar

Materiais

Nome	Quantidade (Kg)	Apagar/Adicionar	Observações
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200]	269.7		EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200]			Introduza um novo material

Processos

Nome	Tempo (min)	Apagar/Adicionar	Observações
Desempenar	2		EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Rectificar	390		EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Serralharia	91		EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Inspecção/Ensaio	1		
Serrar			Introduza um novo processo

EuP EcoReport

Nome	Quantidade (Kg)	Apagar/Adicionar	Observações
St tube/profile	269.7		
LDPE			Introduza um novo eup

EI99 EcoReport

Nome	Quantidade	Apagar/Adicionar	Observações
Steel	269.7		Block material containing 80% primary iron, 20% scrap
Milling, turning, drilling	8.794663		per dm3 removed material, without production of lost material
Cast Iron			Introduza um novo ei99

FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vitor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45
Código: 120807113
Observações: DIN 912 12.9
Gravar
Materiais
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45
1
Desconhece-se o material. Colocar 1 Kg por unidade.
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200]
Introduza um novo material
Processos
Nome
Tempo (min)
Apagar/Adicionar
Observações
Serrar
Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
LDPE
Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome
Quantidade
Apagar/Adicionar
Observações
Cast Iron
Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vitor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70
Código: 120807175
Observações: DIN 912 12.9
Gravar
Materiais
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70 | 1 | Desconhece-se o material. Colocar 1 Kg por unidade.
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200] | Introduza um novo material
Processos
Nome | Tempo (min) | Apagar/Adicionar | Observações
Serrar | Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
LDPE | Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome | Quantidade | Apagar/Adicionar | Observações
Cast Iron | Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vítor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Parafuso Recartilhado
Código: N04-0168
Observações:
Gravar
Materiais
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
Aço Redondo 25 [CK45 - DIN 17200]
0.35
EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200]
Introduza um novo material
Processos
Nome
Tempo (min)
Apagar/Adicionar
Observações
Serrar
0.8
EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Maquinar
0.8
EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Serrar
Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
St tube/profile
0.35
LDPE
Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome
Quantidade
Apagar/Adicionar
Observações
Steel
0.35
Block material containing 80% primary iron, 20% scrap
Milling, turning, drilling
0.032783
per dm3 removed material, without production of lost material
Cast Iron
Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vítor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Suporte da Matriz L=14x38 (M10)
Código: XQ-03742
Observações:
Gravar
Materiais
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
Aço em Barra 90x30 [CK45 - DIN 17200] | 1.2 | EuP: Escolher Steel Tube/Profile; EI99: Escolher Steel
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200] | Introduza um novo material
Processos
Nome | Tempo (min) | Apagar/Adicionar | Observações
Serrar | 1.8 | EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Maquinar | 1.8 | EI99: escolher "Milling, turning, drilling"
Serrar | Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome | Quantidade (Kg) | Apagar/Adicionar | Observações
St tube/profile | 1.2
LDPE | Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome | Quantidade | Apagar/Adicionar | Observações
Steel | 1.2 | Block material containing 80% primary iron, 20% scrap
Milling, turning, drilling | 0.059085 | per dm3 removed material, without production of lost material
Cast Iron | Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vítor Manuel Carvalho

Gerir Componentes: Editar Componente
Nome: Deslocações para Manutenção, Reparação e Serviço
Código:
Observações: Numa mini-van
Gravar
Materiais
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
Aço em Barra 130x85 [CK45 - DIN 17200]
Introduza um novo material
Processos
Nome
Tempo (min)
Apagar/Adicionar
Observações
Serrar
Introduza um novo processo
EuP EcoReport
Nome
Quantidade (Kg)
Apagar/Adicionar
Observações
LDPE
Introduza um novo eup
EI99 EcoReport
Nome
Quantidade
Apagar/Adicionar
Observações
Delivery Van less than 3.5 t
1
Including fuel production (European average including return)
Cast Iron
Introduza um novo ei99
FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign | ©2009 FEUP - INEGI | Autor: Vitor Manuel Carvalho

Anexo D – FRED: EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (elaboração própria)

FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign

Autor: Vitor Manuel Carvalho

EuP EcoReport: QI-HD 110-30 (versão Original)

Impacto do Ciclo de Vida do Produto (por unidade)

Materiais

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Eliminação	Reciclagem	Total	
Bulk Plastics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
TecPlastics	g	-	-	10	-	-	9	1	10	0
Ferro	g	-	-	285460	-	-	14273	271187	285460	0
Non-ferro	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Coating	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Electronics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Misc.	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Peso Total	g	-	-	285470	-	-	14282	271188	285470	0

Outros Recursos e Desperdícios

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Energia Total (GER)	MJ	4854	0	4854	86	5185513	976	-40	1016	5191470
da qual, Electricidade (em MJ primário)	MJ	1305	0	1306	0	5184756	0	0	0	5186061
Água (processo)	ltr	0	0	0	0	375650	0	0	0	375650
Água (arrefecimento)	ltr	2	0	2	0	13825980	0	0	0	13825982
Desperdício, Não Perigosos/Aterro	g	228565	1	228567	65	6013701	17498	0	17498	6259831
Desperdício, Perigosos/Incinerados	g	0	0	0	1	119472	9	0	9	119482

Emissões (Ar)

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Gases de Efeito de Estufa em GWP100	kg CO_2 eq.	393	0	393	7	226319	73	-3	76	226794
Depleção da Camada de Ozono, Emissões	mg R-11 eq.	negligenciável								
Acidificação, Emissões	g SO_2 eq.	1026	0	1026	18	1335137	143	-4	147	1336328
Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)	g	33	0	33	1	1965	4	0	4	2003
Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)	ng i-Teq	3426	0	3426	0	34018	120	0	120	37564
Metais Pesados	mg Ni eq.	738	0	738	3	89114	286	0	286	90141
PAHs	mg Ni eq.	9	0	9	4	10370	0	0	0	10383
Partículas Materiais (PM, poeiras)	g	286	0	286	106	31165	1270	0	1271	32828

Emissões (Água)

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Metais Pesados	mg Hg/20	448	0	448	0	33434	81	0	81	33963
Eutrofização	g PO4	11	0	11	0	160	5	0	5	175
Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)	ng i-Teq	negligenciável								

Anexo D (Continuação) – FRED: EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (elaboração própria)

Impacto Total na UE de Novos Produtos Produzidos em 2005 (ao longo da sua vida)

Materiais

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Eliminação	Reciclagem	Total	
Bulk Plastics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
TecPlastics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Ferro	g	-	-	14	-	-	1	14	14	0
Non-ferro	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Coating	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Electronics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Misc.	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Peso Total	g	-	-	14	-	-	1	14	14	0

Outros Recursos e Desperdícios

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Energia Total (GER)	MJ	0	0	0	0	259	0	0	0	260
da qual, Electricidade (em MJ primário)	MJ	0	0	0	0	259	0	0	0	259
Água (processo)	ltr	0	0	0	0	19	0	0	0	19
Água (arrefecimento)	ltr	0	0	0	0	691	0	0	0	691
Desperdício, Não Perigosos/Aterro	g	11	0	11	0	301	1	0	1	313
Desperdício, Perigosos/Incinerados	g	0	0	0	0	6	0	0	0	6

Emissões (Ar)

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Gases de Efeito de Estufa em GWP100	kg CO_2 eq.	0	0	0	0	11	0	0	0	11
Depleção da Camada de Ozono, Emissões	mg R-11 eq.	negligenciável								
Acidificação, Emissões	g SO_2 eq.	0	0	0	0	67	0	0	0	67
Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)	ng i-Teq	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Metais Pesados	mg Ni eq.	0	0	0	0	4	0	0	0	5
PAHs	mg Ni eq.	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Partículas Materiais (PM, poeiras)	g	0	0	0	0	2	0	0	0	2

Emissões (Água)

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Metais Pesados	mg Hg/20	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Eutrofização	g PO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)	ng i-Teq	negligenciável								

Anexo D (Continuação) – FRED: EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (elaboração própria)

Impacto Total do Stock de Produtos na UE Produzidos em 2005 (produzidos, em uso, descartados)

Materiais

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Eliminação	Reciclagem	Total	
Bulk Plastics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
TecPlastics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Ferro	g	-	-	14	-	-	1	14	14	0
Non-ferro	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Coating	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Electronics	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Misc.	g	-	-	0	-	-	0	0	0	0
Peso Total	g	-	-	14	-	-	1	14	14	0

Outros Recursos e Desperdícios

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Energia Total (GER)	MJ	0	0	0	0	3	0	0	0	4
da qual, Electricidade (em MJ primário)	MJ	0	0	0	0	3	0	0	0	4
Água (processo)	ltr	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Água (arrefecimento)	ltr	0	0	0	0	9	0	0	0	9
Desperdício, Não Perigosos/Aterro	g	11	0	11	0	4	1	0	1	16
Desperdício, Perigosos/Incinerados	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Emissões (Ar)

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Gases de Efeito de Estufa em GWP100	kg CO_2 eq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Depleção da Camada de Ozono, Emissões	mg R-11 eq.	negligenciável								
Acidificação, Emissões	g SO_2 eq.	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)	ng i-Teq	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metais Pesados	mg Ni eq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAHs	mg Ni eq.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Partículas Materiais (PM, poeiras)	g	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Emissões (Água)

Fases do Ciclo-de-Vida >>>	Unidades	Produção			Distribuição	Utilização	Fim-de-Vida(*)			TOTAL
Uso de Recursos e Emissões		Material	Fabrico	Total			Débito	Crédito	Total	
Metais Pesados	mg Hg/20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eutrofização	g PO4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)	ng i-Teq	negligenciável								

Anexo D (Continuação) – FRED: EuP EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (elaboração própria)

Sumário dos Impactos Ambientais Stock UE em 2005

Tipo	Indicadores Principais do Ciclo de Vida	Valor	Unidade
Outros Recursos e Desperdícios	Energia Total (GER)	4	PJ
	da qual, Electricidade	0.3	TWh
	Água (processo) (**)	0	mln m^3
	Desperdício, Não Perigosos/Aterro (**)	16	kton
	Desperdício, Perigosos/Incinerados (**)	0	kton
Emissões (Ar)	Gases de Efeito de Estufa em GWP100	0	mt CO_2 eq.
	Agentes Acidificantes (AP)	1	kt SO_2 eq.
	Compostos Orgânicos Voláteis (VOC)	0	kt
	Poluentes Orgânicos Persistentes (POP)	0	g i-Teq.
	Metais Pesados (HM)	0	ton Ni eq.
	PAHs	0	ton Ni eq.
	Partículas Materiais (PM, poeiras)	0	kt
Emissões (Água)	Metais Pesados (HM)	0	ton Hg/20
	Eutrofização (EP)	0	kt PO4

Custos do Ciclo de Vida e Expedição Anual Total na UE-25 em 2005

Ítem	Custo do Ciclo-de-Vida para um Novo Produto (€)	Expedição Anual Total para os Consumidores EU-25 (10^6 €)
Preço do Produto	1174	59
Custos de Instalação/Aquisição (se aplicável)	50	3
Electricidade	23918	23
Água	29	0
Custos de Manutenção e Reparação	17	0
TOTAL	25189	84

Cálculo dos Custos da Montagem

Sub-Montagens/Componentes	Materiais (€)	Processos (€)	Quantidade	Total/Subtotal (€)
Principal				1 174.20
Deslocações para Manutenção, Reparação e Serviço	não contabilizado	não contabilizado	300	0.00
Electricidade Consumida	não contabilizado	não contabilizado	493785	0.00
Mesa				1 174.20
Calço	0.25	0.75	8	7.96
Anilha M16	0.69	não contabilizado	4	2.76
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70	0.33	não contabilizado	4	1.30
Fêmea "T"	0.17	2.25	8	19.33
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45	0.09	não contabilizado	8	0.72
Suporte da Matriz L=14x38 (M10)	1.32	5.40	8	53.76
Fêmea Recartilhada	0.40	não contabilizado	8	3.20
Parafuso Recartilhado	0.39	2.40	8	22.34
Batente	0.30	não contabilizado	8	2.40
Mesa	334.43	726.00	1	1 060.43

(*) Recycling credits only relate to recycling of plastics and electronics (excl. LCD/CRT)
Recycling credits for metals and other fractions are already taken into account in the production phase.

(**) Caution: low accuracy for production phase

Note: mt= megatonnes (metric) = 10^9 kg; kt= kilotonnes (metric) = 10^9 g; ton (metric) = 10^6 g; g=gram= 10^9 ng; mln m^3 = million cubic metres = 10^9 litres; PJ= petajoules = 10^9 MJ (megajoules) = 10^{15} Joules

Nota do Autor do Programa
Embora tenham sido tomados todos os cuidados nos cálculos utilizados neste programa, não é garantido que estejam completamente isentos de erros.
Aconselha-se a comparação com a folha de cálculo original (Versão 5).
O autor não assume qualquer culpa relativa a danos materiais ou imateriais decorrentes da informação contida neste relatório.

Anexo E – FRED: EI99 EcoReport da Quinadora ADIRA QI-HD 11030 (elaboração própria)

FRED - Ferramenta para Relatórios de EcoDesign

Autor: Vítor Manuel Carvalho

EI99 EcoReport: QI-HD 110-30 (versão Original)

Cálculo do Eco-indicator 99 da Montagem

Sub-Montagens/Componentes	Eco-indicator 99 (mPt)	Quantidade	Total/Subtotal (mPt)
Principal			**10 937 506.91**
Deslocações para Manutenção, Reparação e Serviço	140.00	300	42 000.00
Electricidade Consumida	22.00	493785	10 863 270.00
Mesa			**32 236.91**
Calço	22.01	8	176.06
Anilha M16	não contabilizado	4	0.00
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70	não contabilizado	4	0.00
Fêmea "T"	21.23	8	169.82
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45	não contabilizado	8	0.00
Suporte da Matriz L=14x38 (M10)	150.47	8	1 203.74
Fêmea Recartilhada	não contabilizado	8	0.00
Parafuso Recartilhado	56.33	8	450.61
Batente	0.84	8	6.74
Mesa	30 229.93	1	30 229.93

Cálculo dos Custos da Montagem

Sub-Montagens/Componentes	Materiais (€)	Processos (€)	Quantidade	Total/Subtotal (€)
Principal				**1 174.20**
Deslocações para Manutenção, Reparação e Serviço	não contabilizado	não contabilizado	300	0.00
Electricidade Consumida	não contabilizado	não contabilizado	493785	0.00
Mesa				**1 174.20**
Calço	0.25	0.75	8	7.96
Anilha M16	0.69	não contabilizado	4	2.76
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M16x70	0.33	não contabilizado	4	1.30
Fêmea "T"	0.17	2.25	8	19.33
Parafuso Cilíndrico Sextavado Interior M10x45	0.09	não contabilizado	8	0.72
Suporte da Matriz L=14x38 (M10)	1.32	5.40	8	53.76
Fêmea Recartilhada	0.40	não contabilizado	8	3.20
Parafuso Recartilhado	0.39	2.40	8	22.34
Batente	0.30	não contabilizado	8	2.40
Mesa	334.43	726.00	1	1 060.43

Nota do Autor do Programa
Embora tenham sido tomados todos os cuidados nos cálculos utilizados neste programa, não é garantido que estejam completamente isentos de erros.
Aconselha-se a comparação com os valores oficiais de cada Eco-indicator 99.
O autor não assume qualquer culpa relativa a danos materiais ou imateriais decorrentes da informação contida neste relatório.

Anexo F – Folha de Cálculo cedida pela ADIRA respeitante à montagem da mesa da quinadora (adaptado de ADIRA, 2009)

Materiais/Componentes							Processos				Custo Total
Nível	Código	Designação	Unidades	Peso Unitário (Kg)	Peso Total (Kg)	Custo (€)	Designação	Tempo por Peça (min)	Tempo Total (min)	Custo (€)	
0	XQ-17859	MONTAGEM DA MESA				1 195,86				812,40	1174,20
1	XQ-17858	MESA	1	200,486	200,490	334,43				726,00	1060,43
2	301100085	ACO,BARRA 130x85 -CK45-DIN17200	1	269,700	269,700	334,43	desempenar	2,00	2,00	3,00	
							rectificar	390,00	390,00	585,00	
							serralharia	91,00	91,00	136,50	
							inspeccionar/ensaiar	1,00	1,00	1,50	
1	XQ-00343	CALCO - CK45 (Aço em barra 32x20)	8	0,245	1,960	1,96				6,00	7,96
2		ACO,BARRA 32x20 -CK45-DIN17200	8	0,250	2,000	1,96	maquinar	0,50	4,00	6,00	
1	120202052	ANILHA M16 NORD-LOK AÇO ZNA	4			2,76					2,76
1	120807175	PARAF CIL SXT INT M16x70 DIN912 12.9	4			1,30					1,30
1	N05-0129	FÊMEA "T"	8	0,105	0,880	1,33				18,00	19,33
2	301108020	ACO,BARRA 32x20 -CK45-DIN17200	8	0,170	1,360	1,33	serrar	1,50	12,00	18,00	
1	120807113	PARAF CIL SXT INT M10x45 DIN912 12.9	8			0,72					0,72
1	XQ-03742	SUPORTE DA MATRIZ L=14x38 (M10)	8	0,735	5,880	10,56				43,20	53,76
2	301107030	ACO,BARRA 90x30 -CK45-DIN17200	8	1,200	9,600	10,56	serrar	1,80	14,40	21,60	
							maquinar	1,80	14,40	21,60	
1	N05-0027	FEMEA RECARTILHADA	8			3,20					3,20
1	N04-0168	PARAFUSO RECARTILHADO	8	0,092	0,736	3,14				19,20	22,34
2	313800025	ACO,REDONDO 25 -Ck45k-DIN17200	8	0,350	2,800	3,14	serrar	0,80	6,40	9,60	
							maquinar	0,80	6,40	9,60	
1	N05-0130	BATENTE	8	0,001	0,010	2,40					2,40
2		NYLON	8	0,001	0,010	2,40					

Custo dos Processos (€/min)	1,50

Custo dos Materiais (€/kg)	
Aço em Barra 130x85	1,24
Aço em Barra 32x20	0,98
Aço em Barra 90x30	1,10
Aço Redondo 25	1,12
Nylon	240,00

Anexo G – Indicadores EuP EcoReport (KEMNA *et al*, 2005)

BASE TABLE EuP EcoReport: Materials & Energy Unit Indicators

	Product		Energy			Water		Waste		Emissions to Air							to Water	
nr	material or	recyc	GER	electr	feedst	water proces	water (cool)	haz.	non-haz.	GWP	AD	VOC	POP	HM	PAH	PM	Metal	EUP
	process	%	MJ	MJ	MJ	ltr.	ltr.	g	g	kg CO2eq	g SO2eq	mg	ng i-Teq	mg Ni eq	mg Ni eq	g	mg Hg/20eq	mg PO4 eq
1	LDPE	0%	77,80	13,31	51,54	3,00	45,00	4,45	44,19	1,90	7,44	0,49	0,00	0,00	0,14	0,92	0,00	26,62
2	HDPE	0%	76,56	9,83	54,10	3,40	31,00	5,44	38,34	1,81	6,09	0,16	0,00	0,00	0,34	0,86	0,00	29,82
3	LLDPE	0%	73,98	10,17	47,45	2,40	116,00	3,37	30,73	1,86	5,91	0,07	0,00	0,00	0,10	1,40	0,00	39,18
4	PP	0%	72,69	7,26	52,72	4,80	40,00	4,43	28,14	1,97	5,61	0,02	0,00	0,00	0,38	0,75	0,00	164,56
5	PS	0%	86,73	3,62	47,53	4,90	177,00	0,69	21,84	2,79	17,22	0,00	0,00	0,00	120,84	1,50	0,00	55,49
6	EPS	0%	83,66	3,38	47,81	5,70	176,00	0,93	37,85	2,70	18,13	0,00	0,00	0,00	60,84	1,80	0,00	124,63
7	HI-PS	0%	92,23	4,67	49,13	5,50	186,00	0,64	30,05	2,90	19,43	0,00	0,00	0,00	60,80	1,80	0,00	59,54
8	PVC	0%	56,61	11,11	22,93	11,00	62,00	5,00	67,09	2,16	14,99	0,00	0,00	0,00	0,03	2,90	2,81	313,99
9	SAN	0%	89,40	3,82	47,17	6,10	163,00	4,10	31,56	3,00	13,98	0,00	0,00	0,00	0,39	1,70	0,00	281,00
10	ABS	0%	95,02	6,95	45,77	9,30	165,00	10,00	91,93	3,32	17,77	0,00	0,00	0,00	1,81	2,90	1,94	629,84
11	PA 6	0%	119,51	15,13	38,91	16,00	219,00	19,00	176,27	8,56	39,04	0,01	0,00	0,00	0,40	5,40	49,02	1872,28
12	PC	0%	116,81	14,86	37,99	14,00	114,00	10,00	176,55	5,39	25,43	0,00	0,00	0,00	0,36	6,70	0,16	504,02
13	PMMA	0%	110,19	13,08	41,82	9,80	26,00	1,40	104,77	6,00	43,57	0,00	0,00	0,00	0,01	5,10	2,80	2068,02
14	Epoxy	0%	140,71	24,56	42,64	19,00	384,00	19,00	406,56	6,59	43,94	0,00	0,00	0,00	0,12	15,00	0,04	9649,81
15	Rigid PUR	0%	104,26	17,46	38,67	60,00	301,00	19,59	427,17	4,17	30,99	0,00	0,00	0,00	20,20	7,36	43,20	3185,80
16	Flex PUR	0%	104,46	18,72	39,79	70,00	298,00	32,39	548,77	4,48	32,11	0,00	0,00	0,00	20,17	8,24	3,33	5685,59
17	Talcum filler	0%	10,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	5,72	0,61	3,07	0,00	0,03	0,08	0,63	0,06	0,03	0,15
18	E-glass fibre	0%	65,83	21,09	10,79	54,30	271,30	7,05	311,22	3,36	29,18	0,00	0,00	0,00	0,06	8,14	47,34	3151,38
19	Aramid fibre	0%	256,73	82,24	42,10	211,77	1058,09	27,51	1213,75	13,09	113,80	0,02	0,00	0,00	0,25	31,77	184,63	12290,37
20	all plastic parts	0%	40,85	24,59	1,41	0,37	11,60	0,00	128,00	2,27	9,77	0,00	0,00	0,00	0,01	1,51	0,00	23,88
21	St sheet galv.	5%	34,00	2,28	0,07	0,00	0,00	0,00	1721,52	2,83	7,47	0,14	26,00	3,54	0,07	2,71	3,55	65,17
22	St tube/profile	50%	17,00	4,57	-0,16	0,00	0,00	0,00	800,69	1,38	3,59	0,12	12,00	2,59	0,03	1,00	1,57	38,33
23	Cast iron	85%	10,00	0,13	-0,06	1,30	3,66	0,00	315,36	1,06	3,23	0,12	6,00	1,98	0,01	14,00	0,91	26,23
24	Ferrite	0%	50,60	3,42	0,11	39,33	0,00	0,00	2582,28	4,24	11,15	0,20	39,00	35,93	0,00	4,06	2,36	78,63
25	Stainless 18/8 coil	63%	62,04	9,69	4,05	75,74	8,44	0,00	1000,00	6,21	56,02	0,14	7,70	148,31	0,03	7,91	86,37	2327,93
26	Al sheet/extrusion	11%	192,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3920,00	10,35	67,30	0,07	4,99	3,63	96,54	16,92	35,02	4,95
27	Al diecast	85%	55,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	750,00	3,55	15,62	0,07	33,49	0,84	17,67	4,05	6,47	1,21
28	Cu winding wire	0%	142,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	20040,00	7,37	303,83	0,03	3,97	56,52	5,53	3,03	6,47	158,20
29	Cu wire	0%	116,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	20012,00	6,20	292,10	0,01	3,74	55,06	5,38	2,84	94,09	154,52
30	Cu tube/sheet	60%	50,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8014,00	2,73	62,60	0,00	10,29	33,09	5,36	1,46	37,65	61,88
31	CuZn38 cast	85%	38,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	3043,00	1,81	35,04	0,01	25,50	57,10	3,44	1,23	8,89	15,12
32	ZnAl4 cast	85%	28,23	0,00	0,00	2,24	0,00	0,54	1533,00	1,10	6,25	0,01	60,00	2,19	0,90	1,23	0,33	0,67
33	MgZn5 cast	50%	161,81	0,00	0,00	118,50	13,06	5,62	4786,00	18,38	45,03	0,07	27,35	2,60	48,75	9,14	17,89	3,62
34	foundries Fe/Cu/Zn	0%	2,20	1,32	0,08	0,02	0,62	0,00	6,88	0,12	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	1,28
35	foundries Al	0%	6,51	3,92	0,22	0,06	1,85	0,00	20,39	0,36	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	3,80
36	sheetmetal plant	0%	15,13	9,11	0,52	0,14	4,30	0,00	47,41	0,84	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56	0,00	5,97
37	sheetmetal scrap	0%	11,98	4,91	0,02	0,00	0,00	0,06	180,17	0,80	3,59	0,09	10,77	25,22	0,01	0,52	0,01	0,23
38	pre-coating coil	0%	313,91	83,36	42,64	19,00	384,00	19,00	406,56	15,56	59,15	0,80	0,39	1,01	0,23	15,32	0,42	9651,62
39	powder coating	0%	357,21	61,31	42,64	19,00	384,00	20,69	491,77	17,81	62,95	0,03	0,48	1,26	0,26	15,40	0,51	9652,07
40	Cu/Ni/Cr plating	0%	2759,00	2583,90	0,00	187,00	1742,00	58,07	20000,00	124,68	1675,92	3,15	396,52	19350,00	5,04	52,86	153,00	95004,40
41	Au/Pt/Pd per g	25%	225320,00	202520,00	0,00	0,00	0,00	26058,07	187500000,00	17742,92	344,23	0,00	0,02	127,54	0,01	12,76	0,02	0,08
42	LCD per m2 scrn	0%	3563,18	2270,00	0,00	45,00	670,00	1,00	52,00	184,35	59,19	0,42	0,30	0,77	0,09	0,57	0,29	0,00
43	CRT per m2 scrn	0%	3169,00	2131,00	0,00	290,22	0,00	49,00	2468,00	171,00	1077,00	801,00	14,00	933,00	0,00	2823,00	14,00	629,69
44	big caps & coils	0%	383,28	0,00	0,00	34,66	55,00	19,60	600,54	21,67	141,82	0,12	2,16	7,66	204,65	35,61	74,23	7,14
45	slots / ext. ports	0%	187,07	59,31	0,00	74,66	255,36	17,10	307,66	10,03	184,36	0,01	1,40	38,00	1,93	12,96	31,80	6469,73
46	large IC	0%	5509,30	5358,42	0,00	5017,01	0,00	251,82	5181,45	423,45	2787,34	67,77	48,84	446,58	14,69	72,85	3740,00	21481,08
47	small IC	0%	874,17	673,18	2,98	611,47	103,57	644,58	1748,32	58,82	816,19	0,00	9,79	185,01	2,95	24,16	9,63	4296,34
48	SMD/ LED's avg.	0%	2968,86	2885,56	0,00	925,44	0,00	130,68	2830,92	167,00	1620,47	7,48	14,99	421,73	4,52	50,83	14,74	2195,50
49	PWB 1/2 lay 3.75kg/m2	0%	281,06	150,52	8,53	170,04	76,80	1733,25	2625,35	11,22	213,76	2,33	2,71	36,15	3,57	5,08	14,74	3686,44
50	PWB 6 lay 4.5 kg/m2	0%	367,18	146,16	8,53	485,05	76,80	1891,79	4073,31	15,69	395,99	1,03	5,09	70,06	6,89	37,04	125,44	2442,75
51	PWB 6 lay 2 kg/m2	0%	487,89	332,93	11,51	403,32	103,68	4255,85	2334,66	20,21	219,39	0,07	3,02	32,80	3,28	6,42	326,39	2845,08
52	Solder SnAg4Cu0.5	0%	233,95	193,71	0,00	70,20	0,00	4,53	227,90	11,60	64,51	0,07	1,29	3,34	1,87	1,37	0,00	6,04
53	PWB assembly	0%	128,49	3,21	4,77	11,78	35,76	4,22	106,79	8,52	49,00	3,10	0,10	0,88	2,58	15,04	0,43	709,22
54	Glass for lamps	0%	16,22	12,93	0,00	8,52	0,00	0,27	13,53	0,83	3,00	0,00	0,08	0,18	0,00	0,06	0,04	0,36
55	Bitumen	0%	48,08	0,00	0,00	6,07	0,00	0,00	0,00	0,50	3,43	7,98	0,02	8,74	0,11	259,00	4,32	292,01
56	Cardboard	90%	28,00	2,00	16,00	7,05	0,00	0,05	52,32	0,70	1,04	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	86,06
57	Office paper	0%	40,00	5,99	27,00	76,14	0,00	0,34	67,55	0,56	5,02	0,20	0,04	0,11	0,01	1,66	0,04	5288,39
58	Concrete		1,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,33	0,19	1,15	0,00	0,11	0,36	0,00	0,04	0,00	0,01
59	per m3 CE&ICT	0%	2962,25	2,84	28,38	0,00	0,00	26,20	1318,10	231,39	811,00	39,30	7,45	67,06	42,85	903,63	2,07	35,00
60	per m3 appliances	0%	798,45	2,84	0,00	0,00	0,00	5,51	277,21	46,67	150,00	15,73	1,57	14,01	35,74	3204,06	0,45	7,35
61	per product	0%	51,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,02	51,36	4,52	12,00	0,05	0,29	2,62	2,62	0,26	0,08	1,36
62	per m3 retail product	0%	499,59	0,00	0,00	0,00	0,00	6,40	322,25	29,31	84,00	5,03	1,82	16,43	8,50	214,73	0,50	8,55
63	per m3 installed product	0%	312,17	0,00	0,00	0,00	0,00	3,51	176,53	18,60	50,00	4,91	1,00	9,00	8,25	214,02	0,28	4,68
64	per retail product	0%	58,97	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09	54,78	4,03	13,00	0,04	0,31	2,79	0,09	0,27	0,09	1,45
65	Electricity per MWh	0%	10500,00	10500,00	0,00	700,00	28000,00	241,95	12174,15	458,21	2703,75	3,95	68,82	180,14	20,69	57,75	67,70	322,83
66	Electric, η 96%, per GJ	0%	3045,00	3045,00	0,00	203,00	8120,00	70,17	3530,50	132,88	784,09	1,15	19,96	52,24	6,00	16,75	19,63	93,62
67	Elec. GSHP, η 288%, GJ	0%	1015,00	1015,00	0,00	68,00	2707,00	23,39	1176,83	44,29	261,36	0,38	6,65	17,41	2,00	5,58	6,54	31,21
68	Gas, η 86%, atmospheric	0%	1162,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	64,29	18,72	0,85	0,00	0,00	0,03	0,33	0,00	0,00
69	Gas, η 90%, atmosph.	0%	1111,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	61,43	17,89	0,81	0,00	0,00	0,03	0,31	0,00	0,00
70	Gas, η 101%, condens.	0%	990,10	0,00	0,00	-14,00	0,00	0,00	0,00	54,74	15,94	0,72	0,00	0,00	0,03	0,28	0,00	0,00
71	Gas, η 103%, condens.	0%	970,87	0,00	0,00	-20,00	0,00	0,00	0,00	53,68	15,63	0,71	0,00	0,00	0,03	0,27	0,00	0,00
72	Oil, η 85%, atmosph.	0%	1176,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	87,76	109,93	1,52	0,00	0,00	0,03	1,86	0,00	0,00
73	Oil, η 95%, condens.	0%	1052,63	0,00	0,00	-14,00	0,00	0,00	0,00	78,52	98,36	1,36	0,00	0,00	0,03	1,66	0,00	0,00
74	Wood pellets, η 85%.	0%	1176,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	383,35	0,66	105,24	19,41	1,39	0,00	27,93	19,90	0,00	0,00
75	Wood pellets, η 88%.	0%	1136,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	370,28	0,34	85,90	9,37	1,34	0,00	26,93	19,22	0,00	0,00
76	Wood logs, η 67%.	0%	1492,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	433,98	3,27	105,14	93,22	1,57	0,00	33,74	22,84	0,00	0,00
77	Wood logs, η 74%.	0%	1333,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	434,66	9,66	106,15	313,04	1,76	0,00	43,04	76,70	0,00	0,00
78	Extra for fossil fuel extraction & transport: Gas	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
79	Toner	0%	50,24	2,18	24,72	3,71	81,49	2,15	158,18	2,00	8,39	0,05	2,70	13,00	0,00	7,00	1,00	100,00
80	Detergent dishw.	0%	32,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,74	37,10	1,40	8,29	0,01	0,21	0,55	0,06	0,18	0,00	53600,98
81	Rinsing agent dish	0%	20,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,46	23,19	0,87	5,18	0,01	0,13	0,34	0,04	0,11	0,13	0,61
82	Regen. Salt dishw	0%	1,50	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	1,74	0,07	0,39	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,05
83	Water per m3	0%	0,01	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
84	Vacuum cl. bags	50%	16,60	1,00	0,00	29,77	0,00	0,02	38,66	0,98	3,44	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	324,25
85	None	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
86	Mini-van diesel	0%	2,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,19	0,04	0,00	0,52	0,52	8,82	0,00	0,00
98	avg. controller board	0%	781,47	579,47	3,04	523,36	105,64	652,43	1679,65	51,53	437,36	6,45	6,36	73,48	60,37	22,40	333,32	4702,13
88	Landfill	0%	68,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1225,94	5,10	10,00	0,28	8,43	20,00	0,00	88,95	5,68	324,58
89	Dumped Hg	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5000,00	0,00	0,00	0,00	0,00
90	HFC refrigerants & R744	0%	GWP values:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
91	Incinerated	0%	67,30	0,00	0,00	0,00	0,00	1000,00	0,00	5,02	10,00	0,14	0,03	18,00	0,00	84,72	5,68	324,58
92	Plastics, re-use, recyc.	0%	6,51	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06	3,24	0,44	2,00	0,13	0,02	1,45	0,00	30,32	0,01	0,09
93	Metals, WEEE recycling credits already incorporated in production (e.g. 85% recycling rate instead of 60-65% for cast metal producs)																	
94	Plastics, Thermal recycling: credit is 75% of feedstock energy & GWP of plastics used (displaces oil)																	
95	Plastics, Re-use/ closed loop recycling: credit is 75% of all production impact of plastics used																	
96	Plastics, Recycling: credit is 27 MJ (displaces wood) + 50% of feedstock energy & GWP of plastics (less chance heat recovery)																	
97	Electronics: if designed for easy separate shreddering credit is 20% of production impact components and materials																	

Anexo H – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005)

Production of ferro metals (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Cast iron	240	Casting iron with > 2% carbon compound	1
Converter steel	94	Block material containing only primary steel	1
Electro steel	24	Block material containing only secondary scrap	1
Steel	86	Block material containing 80% primary iron, 20% scrap	1
Steel high alloy	910	Block material containing 71% primary iron, 16% Cr, 13% Ni	1
Steel low alloy	110	Block material containing 93% primary iron, 5% scrap, 1% alloy metals	1

Production of non ferro metals (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Aluminium 100% Rec.	60	Block containing only secondary material	1
Aluminium 0% Rec.	780	Block containing only primary material	1
Chromium	970	Block, containing only primary material	1
Copper	1400	Block, containing only primary material	1
Lead	640	Block, containing 50% secondary lead	1
Nickel enriched	5200	Block, containing only primary material	1
Palladium enriched	4600000	Block, containing only primary material	1
Platinum	7000000	Block, containing only primary material	1
Rhodium enriched	12000000	Block, containing only primary material	1
Zinc	3200	Block, containing only primary material (plating quality)	1

Processing of metals (in millipoints)

	Indicator	Description	
Bending–aluminium	0.000047	one sheet of 1mm over width of 1 metre; bending 900	4
Bending–steel	0.00008	one sheet of 1mm over width of 1 metre; bending 900	4
Bending–RVS	0.00011	one sheet of 1mm over width of 1 metre; bending 900	4
Brazing	4000	per kg brazing, including brazing material (45% silver, 27% copper, 25% tin)	1
Cold roll into sheet	18	per thickness reduction of 1 mm of 1 m2 plate	4
Electrolytic Chromium plating	1100	per m2, 1 _m thick, double sided; data fairly unreliable	4
Electrolytic galvanising	130	per m2, 2.5 _m thick, double sided; data fairly unreliable	4
Extrusion – aluminium	72	per kg	4
Milling, turning, drilling	800	per dm3 removed material, without production of lost material	4
Pressing	23	per kg deformed metal. Do not include non-deformed parts!	4
Spot welding–aluminium	2.7	per weld of 7 mm diameter, sheet thickness 2 mm	4
Shearing/stamping–aluminium	0.000036	per mm2 cutting surface	4
Shearing/stampin–steel	0.00006	per mm2 cutting surface	4
Shearing/stamping–RVS	0.000086	per mm2 cutting surface	4
Sheet production	30	per kg production of sheet out of block material	4
Band zinc coating	4300	(Sendzimir zink coating) per m2, 20-45 _m thick, including zinc	1
Hot galvanising	3300	per m2, 100 _m thick, including zinc	1
Zinc coating (conversion um)	49	per m2, 1 extra _m thickness, including zinc	1

Anexo H (Continuação) – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005)

Production of plastic granulate (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
ABS	400		3
HDPE	330		1
LDPE	360		1
PA 6.6	630		3
PC	510		1
PET	380		3
PET bottle grade	390	used for bottles	3
PP	330		3
PS (GPPS)	370	general purposes	3
PS (HIPS)	360	high impact	1
PS (EPS)	360	expandable	3
PUR energy absorbing	490		3
PUR flexible block foam	480	for furniture, bedding, clothing	3
PUR hardfoam	420	used in white goods, insulation, construction material	1
PUR semi rigid foam	480		3
PVC high impact	280	Without metal stabilizer (Pb or Ba) and without plasticizer (see under Chemicals)	1
PVC (rigid)	270	rigid PVC with 10% plasticizers (crude estimate)	1*
PVC (flexible)	240	Flexible PVC with 50% plasticizers (crude estimate)	1*
PVDC	440	for thin coatings	3

Processing of plastics (in millipoints)

	Indicator	Description	
Blow foil extrusion PE	2.1	per kg PE granulate, but without production of PE. Foil to be used for bags	2
Calandering PVC foil	3.7	per kg PVC granulate, but without production of PVC	2
Injection moulding – 1	21	per kg PE, PP, PS, ABS, without production of material	4
Injection moulding – 2	44	per kg PVC, PC, without production of material	4
Milling,turning, drilling	6.4	per dm3 machined material, without production of lost material	4
Pressure forming	6.4	per kg	4
React.Inj.Moulding-PUR	12	per kg, without production of PUR and possible other components	4
Ultrasonic welding	0.098	per m welded length	4
Vacuum-forming	9.1	per kg material, but without production of material	4

Production of rubbers (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
EPDM rubber	360	Vulcanised with 44% carbon, including moulding	1

Anexo H (Continuação) – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005)

Production of packaging materials (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Packaging carton	69	CO_2 absorption in growth stage disregarded	1
Paper	96	Containing 65% waste paper, CO_2 absorption in growth stage disregarded	1
Glass (brown)	50	Packaging glass containing 61% recycled glass	2
Glass (green)	51	Packaging glass containing 99% recycled glass	2
Glass (white)	58	Packaging glass containing 55% recycled glass	2

Production of chemicals and others (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Ammonia	160	NH_3	1
Argon	7.8	Inert gas, used in light bulbs, welding of reactive metals like aluminium	1
Bentonite	13	Used in cat litter, porcelain etc.	1
Carbon black	180	Used for colouring and as filler	1
Chemicals inorganic	53	Average value for production of inorganic chemicals	1
Chemicals organic	99	Average value for production of organic chemicals	1
Chlorine	38	Cl_2. Produced with diaphragm production process (modern technology)	1
Dimethyl p-phthalate	190	Used as plasticizer for softening PVC	1
Ethylene oxide/glycol	330	Used as industrial solvent and cleaning agent	1
Fuel oil	180	Production of fuel only. Combustion excluded!	1
Fuel petrol unleaded	210	Production of fuel only. Combustion excluded!	1
Fuel diesel	180	Production of fuel only. Combustion excluded!	1
H_2	830	Hydrogen gas. Used for reduction processes	1
H_2SO_4	22	Sulphuric acid. Used for cleaning and staining	1
HCl	39	Hydrochloric acid, used for processing of metals and cleaning	1
HF	140	Fluoric acid	1
N_2	12	Nitrogen gas. Used as an inert atmosphere	1
NaCl	6.6	Sodium chloride	1
NaOH	38	Caustic soda	1
Nitric acid	55	HNO_3. Used for staining metals	1
O_2	12	Oxygen gas.	1
Phosphoric acid	99	H_3PO_4. Used in preparation of fertiliser	1
Propylene glycol	200	Used as an anti-freeze, and as solvent	1
R134a (coolant)	150	Production of R134a only! Emission of 1 kg R134a to air gives 7300 mPt	1
R22 (coolant)	240	Production of R22 only! Emission of 1 kg R22 to air gives 8400 mPt	1
Silicate (waterglass)	60	Used in the manufacture of silica gel, detergent manufacture and metal cleaning	1
Soda	45	Na_2CO_3. Used in detergents	1
Ureum	130	Used in fertilisers	1
Water decarbonized	0.0026	Processing only; effects on groundwater table (if any) disregarded	1
Water demineralized	0.026	Processing only; effects on groundwater table (if any) disregarded	1
Zeolite	160	Used for absorption processes and in detergents	1

Anexo H (Continuação) – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005)

Production of building material (in millipoints per kg)

	Indicator	Description	
Alkyd varnish	520	Production + emissions during use of varnish, containing 55% solvents	5
Cement	20	Portland cement	1
Ceramics	28	Bricks etc.	1
Concrete not reinforced	3.8	Concrete with a density of 2200 kg/m3	1
Float glass coated	51	Used for windows, Tin, Silver and Nickel coating (77 g/m2)	1
Float glass uncoated	49	Used for windows	1
Gypsum	9.9	Selenite. Used as filler.	1
Gravel	0.84	Extraction and transport	1
Lime (burnt)	28	CaO. Used for production of cement and concrete. Can also be used as strong base	1
Lime (hydrated)	21	Ca(OH)2. Used for production of mortar	1
Mineral wool	61	Used for insulation	1
Massive building	1500	Rough estimate of a (concrete) building per m3 volume (capital goods)	1
Metal construction building	4300	Rough estimate of a building per m3 volume (capital goods)	1
Sand	0.82	Extraction and transport	1
Wood board	39	European wood (FSC criteria); CO2 absorption in growth stage disregarded	1*
Wood massive	6.6	European wood (FSC criteria); CO2 absorption in growth stage disregarded	1*
Land-use	45	Occupation as urban land per m2 yr	*

Heat (in millipoints per MJ)

	Indicator	Description	
		Including fuel production	
Heat coal briquette (stove)	4.6	Combustion of coal in a 5-15 kW furnace	1
Heat coal (industrial furnace)	4.2	Combustion of coal in a industrial furnace (1-10MW)	1
Heat lignite briquet	3.2	Combustion of lignite in a 5-15kW furnace	1
Heat gas (boiler)	5.4	Combustion of gas in an atmospheric boiler (<100kW) with low NOx	1
Heat gas (industrial furnace)	5.3	Combustion of gas in an industrial furnace (>100kW) with low NOx	1
Heat oil (boiler)	5.6	Combustion of oil in a 10kW furnace	1
Heat oil (industrial furnace)	11	Combustion of oil in an industrial furnace	1
Heat wood	1.6	Combustion of wood; CO2 absorption and emission disregarded	1*

Solar energy (in millipoints per kWh)

	Indicator	Description	
Electricity facade m-Si	9.7	Small installation (3kWp) with monocrystaline cells, used on building facade	1
Electricity facade p-Si	14	Small installation (3kWp) with polycrystaline cells, used on building facade	1
Electricity roof m-Si	7.2	Small installation (3kWp) with monocrystaline cells, used on building roof	1
Electricity roof p-Si	10	Small installation (3kWp) with polycrystaline cells, used on building roof	1

Anexo H (Continuação) – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005)

Electricity (in millipoints per kWh)

	Indicator	Description	
		Including fuel production	
Electr. HV Europe (UCPTE)	22	High voltage (> 24 kVolt)	1
Electr. MV Europe (UCPTE)	22	Medium voltage (1 kV – 24 kVolt)	1
Electr. LV Europe (UCPTE)	26	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Austria	18	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Belgium	22	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Switzerland	8.4	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Great Britain	33	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV France	8.9	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Greece	61	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Italy	47	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV the Netherlands	37	Low voltage (< 1000Volt)	1
Electricity LV Portugal	46	Low voltage (< 1000Volt)	1

Transport (in millipoints per tkm)

	Indicator	Description	
		Including fuel production	
Delivery van <3.5t	140	Road transport with 30% load, 33% petrol unleaded, 38% petrol leaded, 29% diesel (38% without catalyst) (European average including return)	1
Truck 16t	34	Road transport with 40% load (European average including return)	1
Truck 28t	22	Road transport with 40% load (European average including return)	1
Truck 28t (volume)	8	Road transport per m3km. Use when volume in stead of load is limiting factor	1*
Truck 40t	15	Road transport with 50% load (European average including return)	1
Passenger car W-Europe	29	Road transport per km	1
Rail transport	3.9	Rail transport, 20% diesel and 80% electric trains	1
Tanker inland	5	Water transport with 65% load (European average including return)	1
Tanker oceanic	0.8	Water transport with 54% load (European average including return)	1
Freighter inland	5.1	Water transport with 70% load (European average including return)	1
Freighter oceanic	1.1	Water transport with 70% load (European average including return)	1
Average air transport	78	Air transport with 78% load (Average of all flights)	6
Continental air transport	120	Air transport in a Boeing 737 with 62% load (Average of all flights)	6
Intercontinental air transport	80	Air transport in a Boeing 747 with 78% load (Average of all flights)	6
Intercontinental air transport	72	Air transport in a Boeing 767 or MD 11 with 71% load (Average of all flights)	6

Anexo H (Continuação) – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005)

Recycling of waste (in millipoints per kg)

	Indicator			Description	
	Total	Process	Avoided product	Environmental load of the recycling process and the avoided product differs from case to case. The values are an example for recycling of primary material.	
Recycling PE	-240	86	-330	if not mixed with other plastics	7*
Recycling PP	-210	86	-300	if not mixed with other plastics	7*
Recycling PS	-240	86	-330	if not mixed with other plastics	7*
Recycling PVC	-170	86	-250	if not mixed with other plastics	7*
Recycling Paper	-1,2	32	-33	Recycling avoids virgin paper production	2*
Recycling Cardboard	-8,3	41	-50	Recycling avoids virgin cardboard production	2*
Recycling Glass	-15	51	-66	Recycling avoids virgin glass production	2*
Recycling Aluminium	-720	60	-780	Recycling avoids primary aluminium.	1*
Recycling Ferro metals	-70	24	-94	Recycling avoids primary steel production	1*

Waste treatment (in millipoints per kg)

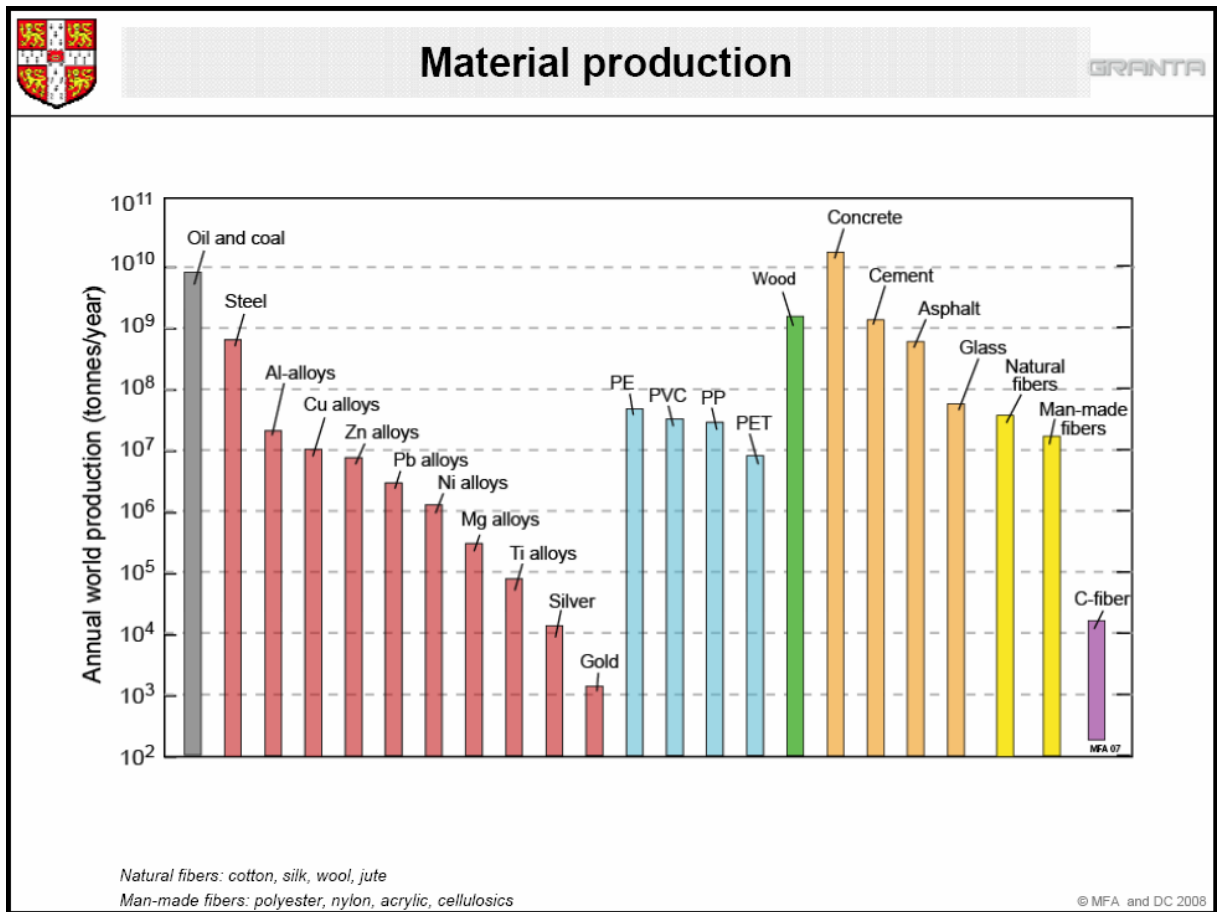
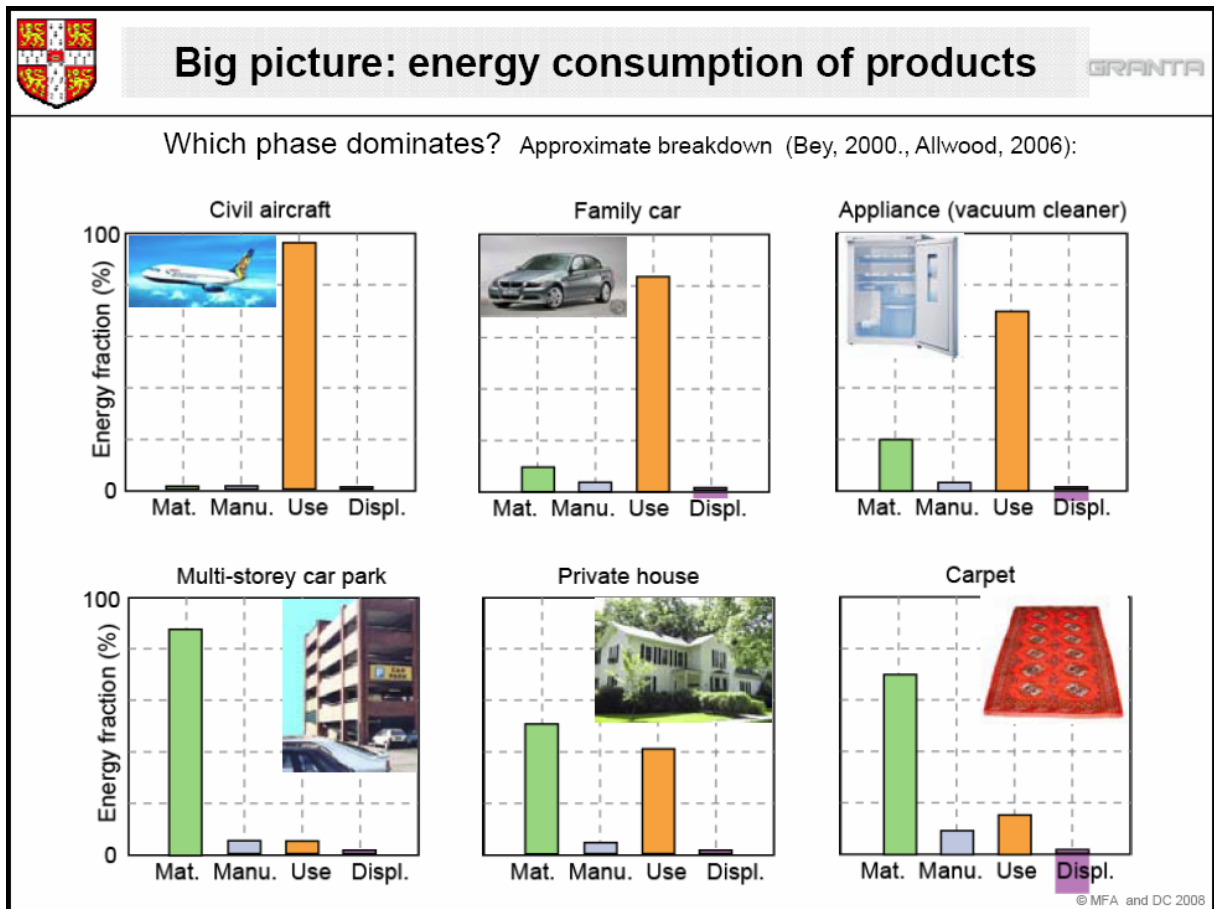
	Indicator	Description	
Incineration		Incineration in a waste incineration plant in Europe. Average scenario for energy recovery. 22% of municipal waste in Europe is incinerated	
Incineration PE	-19	Indicator can be used for both HDPE and LDPE	2*
Incineration PP	-13		2*
Incineration PUR	2,8	Indicator can be used for all types of PUR	2*
Incineration PET	-6,3		2*
Incineration PS	-5,3	Relatively low energy yield, can also be used for ABS, HIPS, GPPS, EPS	2*
Incineration Nylon	1,1	Relatively low energy yield	2*
Incineration PVC	37	Relatively low energy yield	2*
Incineration PVDC	66	Relatively low energy yield	2*
Incineration Paper	-12	High energy yield CO_2 emission disregarded	2*
Incineration Cardboard	-12	High energy yield CO_2 emission disregarded	2*
Incineration Steel	-32	40% magnetic separation for recycling, avoiding crude iron (European average)	2*
Incineration Aluminium	-110	15% magnetic separation for recycling, avoiding primary aluminium	2*
Incineration Glass	5,1	Almost inert material, indicator can be used for other inert materials	2
Landfill		Controlled landfill site. 78% of municipal waste in Europe is landfilled	
Landfill PE	3,9		2
Landfill PP	3,5		2
Landfill PET	3,1		2
Landfill PS	4,1	Indicator can also be used for landfill of ABS	2
Landfill EPS foam	7,4	PS foam, 40 kg/m3, large volume	2*
Landfill foam 20kg/m3	9,7	Landfill of foam like PUR with 20kg/m3	2*
Landfill foam 100kg/m3	4,3	Landfill of foam like PUR with 100kg/m3	2*
Landfill Nylon	3,6		2*
Landfill PVC	2,8	Excluding leaching of metal stabilizer	2

Anexo H (Continuação) – Indicadores Eco-indicator 99 (BAAYEN *et al*, 2005)

Landfill PVDC	2,2		2
Landfill Paper	4,3	CO_2 and methane emission disregarded	2
Landfill Cardboard	4,2	CO_2 and methane emission disregarded	2
Landfill Glass	1,4	Almost inert material, indicator can also be used for other inert materials	2
Landfill Steel	1,4	Almost inert material on landfill, indicator can be used for ferro metals	2
Landfill Aluminium	1,4	Almost inert material on landfill, indicator is valid for primary and recycled alu.	2
Landfill of 1 m3 volume	140	Landfill of volume per m3, use for voluminous waste, like foam and products	*
Municipal waste		In Europe, 22% of municipal waste is incinerated, 78% is landfilled. Indicator is not valid for voluminous waste and secondary materials	
Municipal waste PE	-1,1		2*
Municipal waste PP	-0,13		2*
Municipal waste PET	1		2*
Municipal waste PS	2	Not valid for foam products	2*
Municipal waste Nylon	3,1		2*
Municipal waste PVC	10		2*
Municipal waste PVDC	16		2*
Municipal waste Paper	0,71		2*
Municipal waste Cardboard	0,64		2*
Municipal waste ECCS steel	-5,9	Valid for primary steel only!	2*
Municipal waste Aluminium	-23	Valid for primary aluminium only!	2*
Municipal waste Glass	2,2		2*
Household waste		Separation by consumers of waste for recycling (average European scenario)	
Paper	-0,13	44% separation by consumers	2*
Cardboard	-3,3	44% separation by consumers	2*
Glass	-6,9	52% separation by consumers	2*

Anexo I – Produção Anual Mundial de Materiais (ASHBY *et al*, 2008)

Anexo J – Fase Predominante da Vida de Alguns Produtos (ASHBY *et al*, 2008)

Anexo K – Tempos padrão de desmontagem (STEVELS, 2005)

Standard Disassembly Times

(seconds)

Screws	6.5
Glue joints	12.0
Screws not directly	10.5
Clamps	15.5
Screws to be broken	18.5
Wire connections	2.0
Change screw driver	4.0
Elco from PWB	4.5

Nuts / bolts	11.5
Display from PWB	25.0
Click, simple	3.5
Cooling plates	26.0
Click, complicated	7.5
Axis etc.	9.0
Nails	13.0
Bending joints	6.0

TU Delft

PHILIPS

11

Anexo L – Tabela de Compatibilidade para Plásticos (STEVELS, 2005)

Compatibility Table for Plastics
(general)

	PS	ABS	PA	PC	PVC	PP	PE
PS	+	-	-	-	-	-	-
ABS	-	+	-	+	0	-	-
PA	-	-	+	-	-	-	-
PC	-	+	-	+	-	-	-
PVC	-	0	-	-	+	-	-
PP	-	-	-	-		+	-
PE	-	-	-	-			+

24

Anexo M – Modelo de dados do FRED

MONTAGENS_ATRIBUTOS
- preco: double
- taxa_desconto: double
- racio_melhoramento: double
- custos_aquisicao_instalacao: double
- custos_manutencao_reparacao: double
- vendas_anuais: double
- stock_ue: double
- aparelho_electronico: boolean
- dispositivo_instalado: boolean
- volume: double
- vida: double
- on_consumo: double
- on_mult: double
- standby_consumo: double
- standby_mult: double
- off_consumo: double
- off_mult: double
- agua: double
- quilometros: double
- sobressalentes: double
- mercurio: double
- mercurio_mult: double
- aterro: double
- reciclagem_fechada: double
- reciclagem_materiais: double
- reciclagem_termica: double
- pwb: boolean

MONTAGENS
- id: int
- nome: char
- obs: char
- sucata: double

COMPONENTES
- id: int
- nome: char
- codigo: char
- obs: char

MONTAGENS_COMPONENTES
- id: int
- quantidade: int

COMPONENTES_MATERIAIS
- id: int
- quantidade: double

COMPONENTES_PROCESSOS
- id: int
- tempo: double

COMPONENTES_EI99
- id: int
- quantidade: double

COMPONENTES_EUP
- id: int
- quantidade: double

MATERIAIS
- id: int
- nome: char
- euro: double
- obs: char

PROCESSOS
- id: int
- nome: char
- euro: double
- obs: char

EI99
- id: int
- nome: char
- indicador: int
- obs: char

EUP
- id: int
- nome: char
- reciclado: double
- energia_ger: double
- energia_electr: double
- energia_feedst: double
- agua_processo: double
- agua_arrefecimento: double
- desperdicios_aterro: double
- desperdicios_incinerados: double
- ar_gwp: double
- ar_ad: double
- ar_voc: double
- ar_pop: double
- ar_hm: double
- ar_pah: double
- ar_pm: double
- agua_hm: double
- agua_po: double

MATERIAIS_CATEGORIAS
- id: int
- nome: char

PROCESSOS_CATEGORIAS
- id: int
- nome: char

EI99_CATEGORIAS
- id: int
- nome: char

EUP_CATEGORIAS
- id: int
- nome: char

PRECOS
- electricidade: double
- agua: double